

Son-2128

PATENT APPLICATION
IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

#4
1c921 U.S. PTO
09/881850
06/18/01

In the Patent Application of)

Takuya MAKINO)

Application Branch

Serial No.: To Be Assigned)

Filed: June 18, 2000)

For: OPTICAL SWITCHING ELEMENT, AND)
SWITCHING DEVICE AND IMAGE DISPLAY)
APPARATUS EACH USING THE OPTICAL)
SWITCHING ELEMENT)

CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

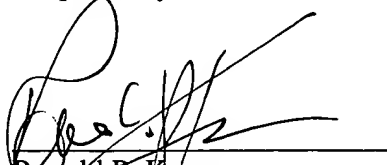
The benefit of the filing date of the following prior application filed in the following foreign country is hereby requested and the right of priority provided under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Appl. No. 20000-183439 filed June 19, 2000

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application.

Respectfully submitted,

Dated: June 18, 2001


Ronald P. Kananen
Reg. No. 24,104

RADER, FISHMAN & GRAUER P.L.L.C.
1233 20TH Street, NW
Suite 501
Washington, DC 20036
202-955-3750-Phone
202-955-3751-Fax
Customer No. 23353

Best Available Copy

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JCE21 U.S. PTO

09/881850



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2000年 6月19日

出願番号

Application Number:

特願2000-183439

出願人

Applicant(s):

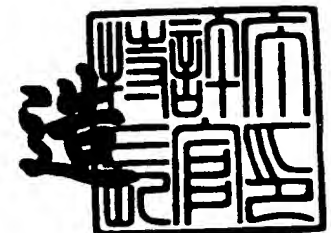
ソニー株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 3月16日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 0000283503

【提出日】 平成12年 6月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 26/08

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 牧野 拓也

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代表者】 出井 伸之

【代理人】

【識別番号】 100098785

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤島 洋一郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019482

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9708092

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光スイッチング素子およびこれを用いたスイッチング装置並びに画像表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入射光を全反射可能な全反射面を有する全反射部材と、

この全反射部材の全反射面に対して密着もしくは近接場光を抽出できる距離以下に近接した第 1 の位置と、前記近接場光を抽出できる距離以上に離れた第 2 の位置との間で位置の切り替えが可能であると共に、1 画素を構成する透光性の複数の光抽出部と

を備えたことを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項 2】 前記複数の光抽出部のうち、少なくとも 2 つは入射光を抽出する面の面積が互いに異なる

ことを特徴とする請求項 1 記載の光スイッチング素子。

【請求項 3】 前記複数の光抽出部の全てが入射光を抽出する面の面積が互いに異なる

ことを特徴とする請求項 2 記載の光スイッチング素子。

【請求項 4】 前記複数の光抽出部の入射光を抽出する面の面積の比が 2^n (n は 0 以上の整数) である

ことを特徴とする請求項 3 記載の光スイッチング素子。

【請求項 5】 前記光抽出部を入射光の導出方向に応じて第 1 の位置または第 2 の位置に変位させるための駆動手段

を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の光スイッチング素子。

【請求項 6】 前記光抽出部が第 2 の位置にあるときに、前記全反射部材の全反射面からの反射光を利用する

ことを特徴とする請求項 1 記載の光スイッチング素子。

【請求項 7】 前記光抽出部が第 1 の位置にあるときに、前記全反射部材および前記光抽出部を透過した光を利用する

ことを特徴とする請求項 1 記載の光スイッチング素子。

【請求項 8】 前記全反射部材からの全反射光および前記光抽出部を透過し

た透過光の双方を利用し、2方向の光の偏光素子として使用される

ことを特徴とする請求項1記載の光スイッチング素子。

【請求項9】 前記全反射部材は、一方の面が光入射面であり、他方の面が前記光抽出部が第2の位置にあるときに全反射面または前記光抽出部が第1の位置にあるときに光出射面となる一对の平行面を有する透光性基板である

ことを特徴とする請求項5記載の光スイッチング素子。

【請求項10】 前記透光性基板の光入射面側に、一对のV字溝を有し、一方のV字溝で入射光を前記全反射面に導き、他方のV字溝で前記全反射面での反射光を外部に導く

ことを特徴とする請求項9記載の光スイッチング素子。

【請求項11】 前記透光性基板の光入射面側に、入射光の導入部および前記全反射面での反射光の出射部となるマイクロプリズムが配設されている

ことを特徴とする請求項9記載の光スイッチング素子。

【請求項12】 前記透光性基板の光入射面側に、入射光の導入部および前記全反射面での反射光の出射部となるマイクロシリンドリカルレンズが配設されている

ことを特徴とする請求項9記載の光スイッチング素子。

【請求項13】 前記光抽出部は、架橋構造を有する板状の透光性基板である

ことを特徴とする請求項1記載の光スイッチング素子。

【請求項14】 前記光抽出部の全反射部材側とは反対側の面に、前記光抽出部が第1の位置にあるときに、前記全反射部材を透過した入射光の前記光抽出部での全反射を防止する全反射防止部を有する

ことを特徴とする請求項1記載の光スイッチング素子。

【請求項15】 前記全反射防止部は、全反射しない角度を有し、入射光を前記全反射部材側とは反対の方向へ導く透光性のテーパ加工部である

ことを特徴とする請求項14記載の光スイッチング素子。

【請求項16】 前記全反射防止部は、入射光を吸収する光吸収層であることを特徴とする請求項14記載の光スイッチング素子。

【請求項 1 7】 前記透光性基板の光入射側の面に全反射面からの反射光を吸収する全反射光吸収層を有する

ことを特徴とする請求項 9 記載の光スイッチング素子。

【請求項 1 8】 前記透光性基板は、前記全反射面からの反射光を基板内での全反射の繰り返しにより端面方向に導くための全反射部を有し、

前記透光性基板の端面方向と前記光抽出部の透過方向との 2 方向に光を偏光する

ことを特徴とする請求項 9 記載の光スイッチング素子。

【請求項 1 9】 前記駆動手段は、前記全反射部材の全反射面および前記光抽出部に互いに対向して配設された一对の透明電極と、前記一对の透明電極に電圧を印加する電圧印加手段とを有し、前記光抽出部の駆動が前記透明電極間の電位差によって生じた静電引力により行われる

ことを特徴とする請求項 1 記載の光スイッチング素子。

【請求項 2 0】 更に、前記光抽出部の前記透光性基板とは反対側の位置に前記全反射部材に対向し、前記光抽出部から出射された光が入射される他の透光性基板

を備えたことを特徴とする請求項 9 記載の光スイッチング素子。

【請求項 2 1】 前記他の透光性基板の光入射側の面に前記光抽出部から出射された光を吸収する光吸収層を有する

ことを特徴とする請求項 2 0 記載の光スイッチング素子。

【請求項 2 2】 前記駆動手段は、

前記全反射部材の全反射面、前記光抽出部、および前記他の透光性基板の前記光抽出部との対向面にそれぞれ互いに対向して配設された 3 つの透明電極と、前記 3 つの透明電極に電圧を印加する電圧印加手段とを有し、前記光抽出部の駆動が透明電極間の電位差によって生じた静電引力により行われる

ことを特徴とする請求項 2 0 記載の光スイッチング素子。

【請求項 2 3】 複数の光スイッチング素子を有するスイッチング装置であって、

前記光スイッチング素子が、入射光を全反射可能な全反射面を有する全反射部

材と、この全反射部材の全反射面に対して密着もしくは近接場光を抽出できる距離以下に近接した第 1 の位置と、前記近接場光を抽出できる距離以上に離れた第 2 の位置との間で位置の切り替えが可能であると共に 1 画素を構成する透光性の複数の光抽出部とを備えたことを特徴とするスイッチング装置。

【請求項 2 4】 前記スイッチング装置が、前記複数の光スイッチング素子が 1 次元に配列された空間光変調器である

ことを特徴とする請求項 2 3 記載のスイッチング装置。

【請求項 2 5】 複数の光スイッチング素子に、3 原色の光を照射しスキャナによって走査することで 2 次元画像を表示する画像表示装置であって、

前記光スイッチング素子が、入射光を全反射可能な全反射面を有する全反射部材と、この全反射部材の全反射面に対して密着もしくは近接場光を抽出できる距離以下に近接した第 1 の位置と、前記近接場光を抽出できる距離以上に離れた第 2 の位置との間で位置の切り替えが可能であると共に、1 画素を構成する透光性の複数の光抽出部とを備えたことを特徴とする画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、入射光を 2 方向に偏光可能な光スイッチング素子、この光スイッチング素子を用いた光スイッチング装置および画像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、映像情報の表示デバイスとしてのディスプレイの重要性が高まっており、このディスプレイ用の素子として、更には、光通信、光記憶装置、光プリンタなどの素子として、高速で動作する光スイッチング素子の開発が要望されている。従来、この種の素子としては、液晶を用いたもの、マイクロミラーを用いたもの、回折格子を用いたもの等がある。液晶を用いたものの一例を図 2 5、マイクロミラーを用いたものの一例を図 2 6～図 2 9、回折格子を用いたものの一例を図 3 0 に示す。

【0003】

液晶を用いた光スイッチング素子（図 2 5）は、2 枚の偏光板 1 0 1 a, 1 0 1 b、2 枚のガラス基板 1 0 2 a, 1 0 2 b、透明電極 1 0 3 a, 1 0 3 b, 1 0 3 c, 1 0 3 d および 2 枚のガラス基板 1 0 2 a, 1 0 2 b の間に封入された液晶 1 0 4 によって構成されている。この光スイッチング素子では、透明電極 1 0 3 a, 1 0 3 b, 1 0 3 c, 1 0 3 d 間に電圧を印加して液晶分子の方向を制御し、偏光面を回転させることによりスイッチングを行う。

【 0 0 0 4 】

しかしながら、液晶は、応答速度が速いものでも数ミリ秒程度でしかなく、高速応答特性が悪いという問題がある。このため、高速応答を要求される光通信、光演算、ホログラムメモリ等の光記憶装置、光プリンタ等への適用は非常に難しい。また、液晶を用いた光スイッチング素子では、2 枚の偏光板を必要とするため、光の利用効率が低下してしまうという問題もある。更に、液晶が強い光には耐えられないため、強いレーザ光のようなエネルギー密度の高い光のスイッチングは行うことができない。また、特に、ディスプレイに用いる場合、近年より一層の高品位な画質が求められており、現状の液晶を用いた光スイッチング素子では階調表示の正確さという点で不十分な部分が出始めてきている。

【 0 0 0 5 】

マイクロミラーを用いた光スイッチング素子では、米 T I 社の DMD（デジタル・マイクロミラー・デバイス）に代表されるように、すでに多くの実例が存在している。構造としては、大きく分けてマイクロミラーを片持ちで支持したもの（図 2 6, 図 2 7）と両持ちで支持したもの（図 2 8, 図 2 9）との 2 種類に分類でき、マイクロミラーの駆動方法としては、静電引力を利用したものや圧電素子を利用したもの、熱アクチュエータを利用したもの等がある。構造、駆動方法等の違いはあるにしても、その機能としては、入射光をマイクロミラーの角度を制御することによりスイッチングするという、非常に単純なものである。

【 0 0 0 6 】

ここでは、静電引力を利用したタイプのマイクロミラーを例にして説明する。マイクロミラーの駆動原理は、片持ちで支持されている場合（図 2 6, 図 2 7）には、マイクロミラー 1 0 5 と駆動電極 1 0 6 との間に電位差を与えることによ

り、静電引力を発生させてマイクロミラー105を傾ける。与えた電位差を取り除くと、マイクロミラー105を支持しているヒンジ部分105aのばね力によって元の状態に戻る。

【0007】

両持ちで支持されている場合（図28、図29）には、マイクロミラー108とそのマイクロミラー108に対向する2つの電極107a、107bとの間に同じ電位差を生じさせる。その状態から、例えば一方の電極107aに加える電圧を小さく、もう一方の電極107bに加える電圧を大きくすることで、それぞれの電極107a、107bとマイクロミラー108との間に生じる静電引力に不釣り合いを生じさせてマイクロミラー108を傾ける。

【0008】

光のスイッチングは、片持ちで支持されているマイクロミラーの場合（図26、図27）、入射光 P_{100} に対して、マイクロミラー105が傾いていない状態では P_{101} の方向に、マイクロミラー105が傾いた状態では P_{102} の方向に反射光が進むことにより行われる。両持ちで支持されているマイクロミラーの場合（図28、図29）も同様に、入射光 P_{100} に対して、マイクロミラー108が一方に傾いている状態では P_{103} の方向に、マイクロミラー108がもう一方に傾いた状態では P_{104} の方向に反射光が進むことにより行われる。

【0009】

しかしながら、これらの応答速度は、数マイクロ秒程度のものが多く、まだまだ高速性が十分とは言えず、時分割によるデジタル制御によって階調表示を行うためには、画像上の1画素に対して一つのマイクロミラーが必要、つまり二次元のマイクロミラーアレイが必要となる。今後ますます高画質化の要求が高まってくると考えられるが、その場合、必要な二次元マイクロミラーアレイの製作は非常に困難になると予想される。また、マイクロミラーを用いた光スイッチング素子では、光を偏光できる角度（2つの反射光の角度差）が機械的なミラーの振れ角の2倍となるものの、ディスプレイに用いる場合、コントラストを大きくするために、この2つの反射光 P_{103} 、 P_{104} の角度差を大きくしなくてはならず、そのため、ますます応答速度が遅くなってしまうという問題がある。

【0010】

回折格子を用いた光スイッチング素子（図30（A），（B））では、特表平10-510374にも示されるように、光反射面を持つリボン状の可動ミラー109aを、可動ミラー109aと下部電極110aとの間に電位差を生じさせることにより発生する静電引力によって、入射光 P_{100} の波長の $1/4$ 動かすことで、リボン状の静止ミラー109bと可動ミラー109aとの間に $1/2$ 波長分の光路差を作り出すことにより回折光を生じさせ、反射光を0次回折光 P_{105} の方向と1次回折光 P_{106} の方向とに切り替える。このとき、光路差を $1/2$ 波長までの範囲で制御することにより、1次回折光 P_{106} の強度をコントロールすることも可能である。回折格子を用いた光スイッチング素子では、非常に軽いリボン状のミラーを小さい距離動かすだけで光のスイッチングを行うことができるため、応答速度が早く（数十ナノ秒程度）、高速のスイッチングに適している。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、1次元回折光は、0次元回折光の光軸に対象な2方向にある角度をもって生じるため、1次回折光を利用するためにはこの2方向に進む光を集めて1本にするための複雑な光学系が必要となる。また、光の回折を生じさせるためには、1画素あたり、最低でも2本のリボン状ミラーが必要であり、光の利用効率を高めるためには4本以上、現実的には6本のリボン状ミラーが必要となる。このように1画素あたり6本のリボン状ミラーが、必要な画素数分、1次元にアレイ化されたライトバルブ（空間光変調器）では、電極に電圧を加えない状態において1次回折光が生じないように、静止ミラー109bの反射面と可動ミラー109aの反射面とが同一平面上にあることが望まれるが、実際には、うまく同一平面上に揃わない。このため、下部電極110a，110bにそれぞれ小さな電圧を印加して全てのミラー面が同一平面上に揃うような微調整が必要になる。

【0012】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その第1の目的は、簡単な構成で、小型軽量であり、高速応答が可能であり、かつ画像表示装置に用いて面積

階調による階調表示が可能な光スイッチング素子およびこれを用いた光スイッチング装置を提供することにある。

【 0 0 1 3 】

また、本発明の第 2 の目的は、上記光スイッチング素子を用いて超高精度の階調表示を行うことが可能で、高品位の画質が得られる画像表示装置を提供することにある。

【 0 0 1 4 】

【課題を解決するための手段】

本発明による光スイッチング素子は、入射光を全反射可能な全反射面を有する全反射部材と、この全反射部材の全反射面に対して密着もしくは近接場光を抽出できる距離以下に近接した第 1 の位置と、近接場光を抽出できる距離以上に離れた第 2 の位置との間で位置の切り替えが可能であると共に 1 画素を構成する透光性の複数の光抽出部とを備えている。

【 0 0 1 5 】

本発明による光スイッチング装置は、本発明による光スイッチング素子を複数個、1 次元または二次元に配列したものである。

【 0 0 1 6 】

本発明による画像表示装置は、本発明による光スイッチング素子を複数個配列し、3 原色の光を照射し、スキャナによって走査することで 2 次元画像を表示するものである。

【 0 0 1 7 】

本発明による光スイッチング素子、光スイッチング装置および画像表示装置では、光抽出部が第 2 の位置のときには、全反射部材と透光性の光抽出部とが離間しているため、全反射部材への入射光は全反射面において全反射し、その反射光が一方向に導かれる。光抽出部が第 1 の位置のときには、全反射部材と光抽出部とが密着もしくは近接しているため、全反射部材への入射光は全反射面において全反射することなく、光抽出部を介して全反射部材とは反対側の他の方向に導かれる。よって、1 画素について、このような第 1 の位置と第 2 の位置との切替を複数の光抽出部それぞれにおいて選択的に行うことによって、面積階調による

階調表示を行うことが可能になる。なお、「近接場光を抽出できる距離に近接」とは、光抽出部を全反射部材に完全に密着させなくても、実質的に入射光を抽出できる距離であればよいので、それを含む意味である。ちなみに、入射光の波長(λ)の $1/40$ 程度の距離まで光抽出部が全反射部材に近接していれば、入射光の90%以上を抽出することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0019】

図1は本発明の一実施の形態に係る光スイッチング装置1の部分構成を表すものである。図1では、簡略化のため、1画素分に対応する光スイッチング素子10を有する光スイッチング装置1を表しているが、本発明の光スイッチング装置1は、この光スイッチング素子10を複数備えた1次元アレイ構造を有している。この光スイッチング装置1によって、例えば後述の画像表示装置が構成される。

【0020】

光スイッチング装置1は、透光性の上部基板11と、この上部基板11に対向して配設された透光性の下部基板21とを備えている。上部基板11および下部基板21はそれぞれ透光性基板であり、例えばガラス基板や透明プラスチック基板により形成される。

【0021】

上部基板11は上下の面が平行になっており、上面には光の入射部となるV字溝11aおよび出射部となるV字溝11bが形成されている。これらV字溝11a, 11bを含む上面に例えば MgF_2 （フッ化マグネシウム）からなる反射防止(Anti Reflection)膜12が形成されている。上部基板11の下面は入射光を全反射させるための全反射面11Aとなっている。V字溝11a, 11bそれぞれの傾斜角は、その傾斜面に直交する方向から入射した光が全反射面11Aで全反射するための臨界角以上となる角度である。

【0022】

上部基板 1 1 の全反射面 1 1 A 側には、図示を省略したが、例えば I T O (Indium-Tin Oxide: インジウムと錫の酸化物混合膜) からなる上部透明電極が形成されている。上部基板 1 1 の全反射面 1 1 A 側には、また、例えば窒化珪素膜 (SiNx) からなる、例えば 4 本の薄いリボン状の光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d が配設されている。光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d は、その幅 (面積) の比が 2^n (n は 0 以上の整数) であることが望ましく、ここでは例えば 1 : 2 : 4 : 8 となっている。本実施の形態では、これらの 4 本の光抽出部 1 7 a ~ 1 7 d によって、画像表示装置における 1 画素が構成されている。なお、これらの光抽出部 1 7 a ~ 1 7 d は、図 1 においては構造を分かりやすくするため、上部基板 1 1 から切り離して図示している。

【 0 0 2 3 】

光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d は、その両端部がそれぞれ上部基板 1 1 に支持された架橋構造を有すると共に、中間部が透明電極への電圧印加による電位差によって生じた静電引力によって、上部基板 1 1 の全反射面 1 1 A に対して密着もしくは近接場光を抽出できる距離以下に近接した第 1 の位置 (図 1 では光抽出部 1 7 a, 1 7 d の状態) と、近接場光を抽出できる距離以上に離れた第 2 の位置 (図 1 では光抽出部 1 7 b, 1 7 c の状態) との間で位置の切り替えが可能となっている。なお、上部基板 1 1 の全反射面 1 1 A、光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d および下部基板 2 1 の上面にそれぞれ形成された透明電極と電圧印加手段 (図示せず) とにより、本発明の駆動手段が構成されている。

【 0 0 2 4 】

下部基板 2 1 には、複数のスペーサ 2 4 a および複数の基板間スペーサ 2 5 がそれぞれ配設されている。スペーサ 2 4 a および基板間スペーサ 2 5 それぞれは、例えば多結晶シリコン膜により形成されている。スペーサ 2 4 a は、光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d が第 2 の位置に変位したときにストッパ兼支持部として機能するものであり、ここでは光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d の配列方向に沿って 2 列に設けられている。基板間スペーサ 2 5 は、下部基板 2 1 と上部基板 1 1 との間の間隔を光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d が

第 1 の位置と第 2 の位置との間で変位可能な距離に保持するためのものである。
また、図示を省略したが、下部基板 2 1 のスペーサ 2 4 a、基板間スペーサ 2 5 が形成される面には、例えば I T O からなる上部透明電極が形成されている。

【 0 0 2 5 】

なお、本実施の形態では、異なった幅（面積）を持つ 4 本の光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d によって 1 画素に対応する 1（ライン）の光スイッチング素子 1 0 が構成され、この光スイッチング素子 1 0 が複数個アレイ状に並設されることにより 1 次元の光スイッチング装置 1 が構成されている。

【 0 0 2 6 】

次に、この光スイッチング装置 1 の具体的な製造方法について説明する。なお、ここでは、異なった幅（面積）を持つ 4 本の光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d を備えた光スイッチング素子 1 0 を有する光スイッチング装置 1 の製造工程について説明する。

【 0 0 2 7 】

まず、図 2（A），（B）に示したように、透光性基板、例えばガラス基板からなる上部基板 1 1 の上面に、例えばエッチングなどの物理的加工やグラインダなどの機械加工によって光の入射部となる V 字溝 1 1 a、出射部となる V 字溝 1 1 b をそれぞれ形成する。続いて、これらの V 字溝 1 1 a, 1 1 b が形成された面に、例えば真空蒸着法により A R（無反射）コーティングを施し、例えば M g F 2 からなる反射防止膜 1 2 を形成する。次いで、この上部基板 1 1 の V 字溝 1 1 a, 1 1 b が形成された面とは反対側の面（全反射面 1 1 A）側に、例えば C V D（Chemical Vapor Deposition: 化学的気相成長）により、例えば膜厚 5 0 n m の透明電極（例えば I T O 膜）、および例えば膜厚 3 0 n m の（透明）絶縁膜（例えば酸化珪素（S i O₂）膜）をこの順で形成し、この上部透明電極を含む積層膜 1 3 をエッチングにより電極形状（光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d に対応する形状）にパターニングする。なお、絶縁膜は上部透明電極（I T O 膜）の保護膜となるものである。

【 0 0 2 8 】

次に、図 3 に示したように電極パターン間に、不要な光を吸収するための光吸

収層 1 4 を例えば真空蒸着法により電極部の厚さよりも薄く形成する。続いて、図 4 に示したように、例えばフッ素樹脂からなる例えば膜厚 2 n m の付着防止層 1 5 を形成する。続いて、この付着防止層 1 5 上に例えばアモルファスシリコン (a - S i) からなる例えば膜厚 4 0 0 n m の犠牲層 1 6 を形成し、エッチングによって光抽出部 1 7 a , 1 7 b , 1 7 c , 1 7 d の形状にパターニングする。付着防止層 1 5 は、後述の薄いリボン状の光抽出部 1 7 a が上部基板 1 1 に付着することを防止するためのものである。一方、犠牲層 1 6 は、光抽出部 1 7 a , 1 7 b , 1 7 c , 1 7 d の中間部分が上部基板 1 1 の全反射面 1 1 A から $1/2$ 波長以上離間した架橋構造となるように作製するためのものである。

【 0 0 2 9 】

続いて、図 5 (A) , (B) に示したように光抽出部 1 7 a , 1 7 b , 1 7 c , 1 7 d の構造材として、例えば L P C V D (Low Pressure Chemical Vapor Deposition , 低圧化学的気相成長法) 法により例えば膜厚 1 0 0 n m の窒化珪素膜 1 7 を形成する。次に、図 6 に示したように、例えば膜厚 5 0 n m の透明可動電極としての I T O 膜 1 8 を成膜し、この I T O 膜 1 8 上に、例えば膜厚 2 0 n m のアルミニウム (A l) 膜 1 9 を形成する。このアルミニウム膜 1 9 は、後述の酸化珪素膜 (S i O ₂) 2 0 のテーパ加工を行う際に、I T O 膜 1 8 の保護層として機能するものである。

【 0 0 3 0 】

次に、光抽出部 1 7 a , 1 7 b , 1 7 c , 1 7 d に入った光が、この光抽出部 1 7 a , 1 7 b , 1 7 c , 1 7 d の裏面で全反射しないようにテーパ加工を施す。この加工を行うためには、まず、図 7 に示したように、例えば L P C V D 法により例えば膜厚 1 μ m の酸化珪素膜 2 0 を成膜する。続いて、図 8 に示したように、酸化珪素膜 2 0 上にレジスト膜 2 1 を塗布形成し、このレジスト膜 2 1 をグレースケールマスクを用いて露光し、テーパ状に加工する。続いて、図 9 に示したように、テーパ状のレジスト膜 2 1 をマスクとして例えば R I E (Reactive Ion Etching) により酸化珪素膜 2 0 を選択的に除去することにより、テーパ加工部 2 0 a を形成する。

【 0 0 3 1 】

次に、図 1 0 (A), (B) に示したように、窒化珪素膜 1 7、ITO 膜 1 8、アルミニウム膜 1 9、テーパー加工部 2 0 a、付着防止層 1 5 および犠牲層 1 6 をドライエッチングにより光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d に対応する形状にパターニングする。この後、ドライエッチングによりアモルファスシリコンからなる犠牲層 1 6 をフッ化キセノン (XeF_2) を用いたドライエッチングにより除去する。これにより窒化珪素膜 1 7 が薄いリボン状で架橋構造を有する光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d となる。なお、これらの 4 本の光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d の幅 (面積) は、例えば 1 : 2 : 4 : 8 の比とする。

【0032】

次に、図 1 1 に示したように、光入射側と反対側に配設される下部基板 2 1 を用意する。この下部基板 2 1 の片面には、例えば AR (無反射) コーティングを施し、 MgF_2 からなる内面反射防止用の反射防止膜 2 2 を形成し、この反射防止膜 2 2 とは反対側の面に、下部透明電極となる例えば ITO 膜と、例えば酸化珪素膜 (SiO_2) からなる絶縁層と、例えば MgF_2 からなる反射防止膜とを順次この順に形成する。更に、この積層膜 2 3 上に、例えば LPCVD 法により例えば膜厚 1.1 μm の多結晶シリコン膜 2 4 を形成する。

【0033】

次に、図 1 2 (A), (B) に示したように多結晶シリコン膜 2 4 をパターニングして、先の工程で上部基板 1 1 側に形成した光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d と、下部基板 2 1 側の下部透明電極 (ITO 膜) とが接触することを防止するためのスペーサ 2 4 a を形成する。続いて、積層膜 2 3 を電極形状 (上部基板 1 1 側に形成した光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d に対応する形状) にパターニングする。

【0034】

次に、図 1 3 (A), (B) に示したように、例えば膜厚 2.2 μm の多結晶シリコン膜を形成する。続いて、この多結晶シリコン膜をパターニングすることにより、光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d が形成された上部基板 1 1 と、下部透明電極が形成された下部基板 2 1 との間の基板間スペーサ 2 5 を形成す

る。

【0035】

最後に、図14に示したように、例えば接合層としてIn（インジウム）を用いて上部基板11と下部基板21とを基板間スペーサ25を介して接合させることによって一連のプロセスが終了し、異なった幅（面積）を持つ4本の光抽出部17a, 17b, 17c, 17dを備えた光スイッチング素子10を有する光スイッチング装置1が完成する。

【0036】

なお、上記製作プロセスの説明に用いた図の縦横比は、分かりやすくするため、実際のものとは異なるようにしている。実際には、例えば、リボン状の光抽出部17a, 17b, 17c, 17dの可動部の長さが120 μ m、幅がそれぞれ4 μ m, 8 μ m, 16 μ m, 32 μ mで、隣接する光抽出部17a間の距離は0.5 μ mとなっている。

【0037】

次に、本実施の形態による光スイッチング素子10を構成する薄いリボン状の光抽出部17aについての動作を図15（A）,（B）を参照して説明する。なお、光抽出部17a以外の他の残り3本の光抽出部17b, 17c, 17dについても動作は同様であり、それぞれ独立して駆動可能である。

【0038】

まず、薄いリボン状の光抽出部17a上に形成された透明可動電極（図示せず）を接地させ電位を0Vとし、上部基板11上に形成された上部透明電極（図示せず）に例えば+12Vの電圧を印加する。この電位差により光抽出部17aと上部基板11との間に静電引力が発生し、図15（A）に示したように光抽出部17aが上部基板11に密着される（第1の位置）。この状態で、上部基板11のV字溝11aの傾斜面に光 P_1 を垂直に入射させると、入射光 P_1 は上部基板11を透過して光抽出部17aに入り、光抽出部17aの裏面に形成されたテーパー加工部20aから出射し、その後、下部基板21を通過して透過光 P_2 となる。

【0039】

次に、光抽出部 1 7 a を上部基板 1 1 から引き離して図 1 5 (B) の状態にする。すなわち、上部基板 1 1 上に形成された上部透明電極（図示せず）を接地させて電池を 0 V とし、同時に下部基板 2 1 上に形成した下部透明電極（図示せず）に例えば + 1 2 V の電圧を印加する。その電位差により、下部基板 2 1 の下部透明電極と電位が 0 V である光抽出部 1 7 a 上の透明可動電極との間に静電引力が発生し、光抽出部 1 7 a が下部基板 2 1 側に引き付けられる。このとき光抽出部 1 7 a は下部基板 2 1 上のストッパ 2 4 a に接触したところで止まる（第 2 の位置）。この状態では、入射光 P_1 が、上部基板 1 1 の下面（全反射面 1 1 A）で全反射を起こし、入射側とは別に加工されたもう一方の V 字溝 1 1 b より全反射光 P_3 として出射される。

【 0 0 4 0 】

このようにして、本実施の形態では、光抽出部 1 7 a の動作により、入射光 P_1 を透過光 P_2 と全反射光 P_3 の 2 方向に切り替えて取り出すことができる。また、この光スイッチング素子 1 0 では、可動部分が、光抽出部 1 7 a だけであり、かつ光抽出部 1 7 a の動かなくてはならない距離が、大きくても入射光の 1 波長程度であるため、スイッチング動作が非常に高速になる。また、可動部となる光抽出部 1 7 a の上下に電極を形成することができるため、機械的共振周波数に因らず高速応答が可能である。

【 0 0 4 1 】

それに加えて、本実施の形態の光スイッチング素子 1 0 では、光抽出部 1 7 a を含めた 4 本の幅（面積）の異なる独立に駆動可能な薄いリボン状の光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d によって 1 画素について構成しているために、画像表示の階調表示を行う場合に、時分割による方法だけではなく、面積による階調表示も行うことができる。

【 0 0 4 2 】

具体的に、1 画素についての面積階調表示と時分割による階調表示とを組み合わせた階調表示の方法の一例について図 1 6 を用いて説明する。面積階調表示と時分割による階調表示とを組み合わせた場合には、「面積×時間」で階調番号が表現できる。ここでは、階調番号が小さいものが暗く、大きいものが明るい状態

を表している。つまり、0が最も暗い状態（黒）を表している。本実施の形態ではリボン状光抽出部17a, 17b, 17c, 17dの幅（面積）をそれぞれ1:2:4:8の比にしているために、この4つの組み合わせで面積階調によって表示できる階調数は0から15までの16段階となる。また、時分割によって表示できる階調数は、時間を例えば1~16の16段階に変化させるとして16段階となる。そうすると、最も明るい階調の番号は、 $15 \times 16 = 240$ となり、これに0を加えて241段階の階調表示が可能ということになる。

【0043】

但し、単純な時間と面積の組み合わせだけでは、階調番号に重複が生じるために、図16で白抜き数字で表示されている階調番号の部分の表示にとどまり、表示できる階調数は99であり、99段階の階調表示ができることになる。なお、階調番号が重複する場合には、時間が大きい方を優先している。残りの $241 - 99 = 142$ 種類の階調番号の表示は、この白抜き数字で表示されている99種類の階調番号を組み合わせることにより行われる。例えば、階調番号239を表示したい場合には、面積15で時間15の間、その後、面積を14にして残りの時間1の間表示を行えば、 $15 \times 15 + 14 \times 1 = 239$ となる。他の階調番号についても同様に表示することが可能であり、241段階の階調表示が可能である。

【0044】

このように本実施の形態では、4本の幅（面積）の異なる独立に駆動可能な薄いリボン状の光抽出部17a, 17b, 17c, 17dを備えた光スイッチング素子10を用いることによって、同一画素内で面積階調表示と時分割による階調表示を組み合わせ使用でき、241段階もの階調表示が可能である。よって、この光スイッチング素子10を1次元に配列して構成したもので、超高精細化に対応することができる。また、デジタル制御による階調表示が可能であるため、階調表現が非常に正確な光スイッチング素子10を実現できる。現状のTVシステムで使用される程度の解像度であれば、1画素について1本の光抽出部を使用し、時分割のみで階調表示を行うことも可能であるが、今後ますます高解像度化が進められていくと、時分割だけで階調表示を行うには、光スイッチング素子

そのものの周波数特性だけでなく、駆動回路や信号処理回路にも非常に高い周波数特性（数 1 0 0 M H z ～ 数 G H z）が要求されるようになる。この場合においても、本実施の形態の光スイッチング素子 1 0 によれば、面積階調表示と時分割による階調表示を組み合わせることができるので、この駆動周波数を数 1 0 分の 1 以下にすることができ、光スイッチング素子 1 0 および駆動回路・信号処理回路の負担を軽くすることができる。

【 0 0 4 5 】

本実施の形態では、入射光 P_1 に対して、上部基板 1 1 の全反射面 1 1 A からの全反射光 P_3 、および光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d を透過した透過光 P_2 の双方を利用することもでき、透過光 P_2 または全反射光 P_3 のいずれか一方を利用することもできる。透過光 P_2 および全反射光 P_3 の両方を利用する場合には、非常にクロストークの少ない 2 方向の光偏光素子として使用することができる。全反射光 P_3 のみを利用する場合には光効率の高いスイッチング素子を構成することができ、透過光 P_2 のみを利用する場合には、コントラストの高い光スイッチング素子を構成できる。なお、いずれか一方の光を利用する場合の具体的な構成については後述する。

【 0 0 4 6 】

ところで、このような全反射部材を利用した光スイッチング素子 1 0 では、全反射面 1 1 A に全反射条件を満たす角度で入射光 P_1 を入射させる必要がある。つまり、上部基板 1 1 の片側を全反射面として利用する場合には、両面が平行なガラス基板そのままでは、全反射条件を満たす入射角（臨界角）で光を入射させることができない。

【 0 0 4 7 】

これに対して、本実施の形態では、上部基板 1 1 にエッチングや成型、機械加工等によって V 字溝 1 1 a の加工を施し、臨界角以上の入射角で光を入射させることができるようにしている。同様に、全反射光 P_3 が上部基板 1 1 の表面において再び全反射してしまわないように、全反射光 P_3 の上部基板 1 1 からの出射部にも同様の V 字溝 1 1 b の加工を施している。これにより本実施の形態では、入射光 P_1 に対して全反射光 P_3 を効率良く取り出すことができる。

【 0 0 4 8 】

なお、このようなV字溝11a, 11bの加工を施す代わりに、光の入射部および反射光の出射部の両方を覆うマイクロプリズム、または入射部および出射部それぞれを覆うマイクロプリズムを用いることでも同様な効果が期待できる。また、マイクロプリズムではなく、光の入射部および反射光の出射部の両方を覆い、かつ全反射面に中心のあるシリンドリカルレンズでも代用することが可能である。これらの具体的な例については変形例として後述する。

【 0 0 4 9 】

また、本実施の形態では、光抽出部17aを上部基板11の全反射面11Aに密着もしくは近接場光を抽出できる距離以下に近接させて光を抽出した場合、光抽出部17a, 17b, 17c, 17dでの抽出光の処理が問題となる。すなわち、光抽出部17a, 17b, 17c, 17dの光抽出面と対向する面が平行のままで何の処理も施されていない場合には、この対向面から光が出射することがなく、全反射して光スイッチング素子として機能しなくなる。そこで、本実施の形態では、この光抽出部17a, 17b, 17c, 17dの光抽出面と対向する面にエッチング加工により、光の入射角が臨界角よりも小さくなるよう角度をつけた部分（テーパ加工部20a）を設け、このテーパ加工部20aから光が出射できるようにしている。

【 0 0 5 0 】

これにより、この光スイッチング素子10では、入射光P1に対して、光抽出部17a, 17b, 17c, 17dの透過光P2および上部基板11での全反射光P3の両方の光を利用することが可能となる。なお、全反射光P3のみを利用する光スイッチング素子として使用する場合には、光抽出部17a, 17b, 17c, 17dの光抽出面と対向する面上に、光吸収層を設けることにより、一方向のみの光スイッチングが可能となる（図22参照）。

【 0 0 5 1 】

逆に、光抽出部17a, 17b, 17c, 17dの透過光P2のみを利用する光スイッチング素子として使用する場合には、全反射光P3の上部基板11からの出射部にV字溝の加工を施すことなく平面のまま、もしくは、全反射する角度

に加工しておくことで、再び全反射を起こし反射光は上部基板 11 から出射しないで、上部基板 11 内をその基板と平行な方向に導き出すことができる（図 21 参照）。但し、このような構成とする場合には、基板上に製作した構造物、成膜された層の影響により光が減衰したり、しみ出したりすることがあるため、コントラストを悪化させる原因となる場合があるので十分注意が必要である。同様に、光抽出部 17a, 17b, 17c, 17d の透過光 P_2 のみを利用する光スイッチング素子とする場合には、全反射光 P_3 の上部基板 11 からの出射部に V 字溝加工を施す代わりに光吸収層を設けることで、上部基板からの光の出射を吸収してしまうことも可能である（図 20 参照）。

【0052】

本実施の形態では、可動部分が薄いリボン状の光抽出部 17a, 17b, 17c, 17d のみであるため、可動部分が小型軽量となり、その駆動には大きな力を必要とせず、静電引力で十分である。この際、静電引力を発生させる電極として、上部基板 11 の全反射面 11A および光抽出部 17a, 17b, 17c, 17d の双方に透明電極を設けることも、光が透過する部分だけ避けるように成膜された不透明の導電膜、例えばアルミニウム (Al) 膜等を用いることも可能である。

【0053】

また、上部基板 11 の全反射面 11A に光抽出部 17a, 17b, 17c, 17d が付着（スティッキング）してしまうのを防ぐため、スイッチングを行っていない間、全反射ミラー面と光抽出部が離れた状態にするためと、より高速に駆動できるようにするために、上部基板 11 と光抽出部 17a, 17b, 17c, 17d を挟んで対向する下部基板 21 上にも、透明電極を用いているが、光が透過する部分だけ避けるように成膜された不透明の電極を用いることもできる。

【0054】

なお、例えば、付着防止層 15 によって光抽出部 17a, 17b, 17c, 17d の全反射面 11A への付着（スティッキング）を十分に防ぐことができたり、駆動の高速性を十分に保つことができる場合等には、必ずしも下部基板 11 を用いる必要はない。

【 0 0 5 5 】

また、入射光 P_1 に対して全反射光 P_3 だけを利用する光スイッチング素子において、光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d の光抽出面と対向する面上に光吸収層を設ける場合には、全反射面を持たない下部基板 2 1 としては、ガラスである必要はなく、シリコン (S i) 基板を使用することも可能である。勿論、この場合、透明電極を用いる必要も、不透明な電極を光が透過する部分だけ避ける形状に成膜する必要もない。

【 0 0 5 6 】

以下、図 1 7 ~ 図 2 3 を参照して、上述した本実施の形態の変形例について説明する。なお、上記実施の形態と同一構成部分については、同一の符号を付してその説明は省略する。また、基本的な構成および作用効果は上記実施の形態と同様であるので、以下では異なる部分についてのみ説明する。

【 0 0 5 7 】

図 1 7 ~ 図 1 9 は、それぞれ上部基板 1 1 における全反射光および光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d の透過光を共に利用可能な光スイッチング素子、図 2 0 は、透過光のみ利用可能な光スイッチング素子、図 2 1 は、基本的には透過光のみ利用するスイッチング素子ではあるが、全反射光も利用可能となり得る光スイッチング素子、図 2 2 および図 2 3 は、全反射光のみ利用可能なスイッチング素子をそれぞれ示している。

【 0 0 5 8 】

〔変形例 1〕

図 1 7 に示した光スイッチング素子では、図 1 5 において上部基板 1 1 の下面で全反射可能な角度で光 P_1 を入射させるために用いた V 字溝 1 1 a, 1 1 b の代わりに、上部基板 1 1 の下面に中心を持つシリンドリカルレンズ 4 1 を用いたものである。この光スイッチング素子では、上部基板 1 1 の下面で全反射可能な角度に光 P_1 を入射させることができる。但し、光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d 上に形成するテーパ加工部 2 0 a の角度および大きさは、図 1 5 の場合とは異なる値に設定する必要がある。

【 0 0 5 9 】

〔変形例 2〕

図 1 8 に示した光スイッチング素子では、図 1 5 の V 字溝 1 1 a, 1 1 b の代わりに、断面が等脚台形のマイクロプリズム 4 2 を用いている。光の入射角度が図 1 5 の場合と同じで、台形断面の傾斜面が光の入射角度に垂直であるならば（すなわち、図 1 5 の V 字溝 1 1 a, 1 1 b の傾斜角度と台形断面の傾斜角度とが等しければ）、上部基板 1 1 を除く光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d 等その他の部分の構造は、図 1 5 と同じでよい。

【0 0 6 0】

図 1 9 に示した光スイッチング素子では、図 1 5 の V 字溝 1 1 a, 1 1 b の代わりに、断面が二等辺三角形のマイクロプリズム 4 3 を光の入射部と全反射光の出射部とにそれぞれ用いている。図 1 8 の場合と同様に、光の入射角度が図 1 5 の場合と同じで、二等辺三角形断面の底角が光の入射角度に垂直であるならば（すなわち、図 1 5 の V 字溝 1 1 a, 1 1 b の傾斜角度と二等辺三角形断面の底角とが等しければ）、上部基板 1 1 を除く光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d 等その他の部分の構造は、図 1 5 と全く同じで構わない。

【0 0 6 1】

図 2 0 に示した光スイッチング素子では、図 1 5 の上部基板 1 1 の出射側の V 字溝 1 1 b の代わりに、光吸収層 4 4 を設けている。この光吸収層 4 4 により上部基板 1 1 の底面からの全反射光 P 3 が吸収されるので、光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d からの透過光 P 2 のみ有効に利用可能である。

【0 0 6 2】

図 2 1 に示した光スイッチング素子では、上部基板 1 1 の出射側の V 字溝 1 1 b の上部基板 1 1 の上面となす角度 θ を、入射側の V 字溝 1 1 a とは異なり、全反射光 P₃ が基板内を基板上面にほぼ平行に進むような角度に設定している。例えば、入射光 P₁ の上部基板 1 1 に対する入射角を 4 5 度とした場合、 $\theta = 1 5 7. 5$ 度にすればよい。これにより、上部基板 1 1 の下面での全反射光 P₃ が V 字溝 1 1 b で再度全反射し、上部基板 1 1 内を進行して基板外に導かれる。この光は、基板端面や基板外部で吸収してしまったり、スイッチングされた光として利用することも可能である。但し、上部基板 1 1 の上に種々の構造物が製作され

た場合には、その部分に光が入射してしまうと、ノイズになったり減衰したりしてしまうので、注意が必要である。

【 0 0 6 3 】

図 2 2 に示した光スイッチング素子は、図 1 5 における光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d 上に形成されたテーパ加工部 2 0 a の代わりに、光吸収層 4 5 を形成したものである。この光吸収層 4 5 により上部基板 1 1 から光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d に透過してきた光 P_2 が吸収され、全反射光 P_3 のみ有効な光スイッチング素子となる。勿論、このスイッチング素子では、光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d にテーパ加工部を設ける必要はない。

【 0 0 6 4 】

図 2 3 に示した光スイッチング素子は、下部基板 2 1 上の光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d を透過してきた光 P_2 が当たる部分に光吸収層 4 6 を形成したものである。これにより全反射光 P_3 のみ有効な光スイッチング素子となる。

【 0 0 6 5 】

以上、変形例について説明したが、上記の V 字溝と光吸収層との組み合わせだけでなく、マイクロプリズムやシリンドリカルレンズと光吸収層との組み合わせを適用することも可能である。

【 0 0 6 6 】

〔画像表示装置〕

図 2 4 は、上記スイッチング素子 1 0 ないしスイッチング装置 1 を用いた画像表示装置の一例として、プロジェクションディスプレイの構成を表すものである。ここでは、スイッチング素子 1 0 からの全反射光 P_3 を画像表示に使用する例について説明する。勿論、光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d の透過光 P_2 を利用するようにしてもよい。

【 0 0 6 7 】

このプロジェクションディスプレイは、赤 (R), 緑 (G), 青 (B) 各色の光源 3 1 a, 3 1 b, 3 1 c と、各光源に対応して設けられたスイッチング素子アレイ 3 2 a, 3 2 b, 3 2 c、ミラー 3 3 a, 3 3 b, 3 3 c、プロジェクシ

ョンレンズ 3 4、1 軸スキャナとしてのガルバノミラー 3 5 およびスクリーン 3 6 を備えている。R G B の光源 3 1 a, 3 1 b, 3 1 c としては、R G B のレーザを用いる方法、白色光源からの光にダイクロイックミラーやカラーフィルタ等を用いて R G B の光を作る方法等がある。なお、3 原色は、赤緑青の他、シアン、マゼンダ、イエローとしてもよい。スイッチング素子アレイ 3 2 a, 3 2 b, 3 2 c はそれぞれ、上記スイッチング素子 1 0 を紙面に対して垂直な方向に複数、必要画素数分、例えば 1 0 0 0 個が 1 次元に配列され、ライトバルブ（空間光変調器）を構成している。

【 0 0 6 8 】

このプロジェクションディスプレイでは、R G B 各色の光源 3 1 a, 3 1 b, 3 1 c から出た光は、それぞれ光スイッチング素子アレイ 3 2 a, 3 2 b, 3 2 c に入射される。各光スイッチング素子 1 0 からの全反射光 P_3 は、ミラー 3 3 a, 3 3 b, 3 3 c によりプロジェクションレンズ 3 4 に集光される。プロジェクションレンズ 3 4 で集光された光は、ガルバノミラー 3 5 によりスキャンされ、スクリーン 3 6 上に 2 次元の画像として投影される。

【 0 0 6 9 】

このように、このプロジェクションディスプレイでは、複数個の光スイッチング素子 1 0 を 1 次元に配列し、R G B の光をそれぞれ照射し、スイッチング後の光を 1 軸スキャナにより走査することによって、2 次元画像を表示することができる。

【 0 0 7 0 】

ここで、上述のように本実施の形態における 4 本の幅（面積）の異なる独立に駆動可能な薄いリボン状の光抽出部 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d を備えた光スイッチング素子 1 0 では、同一画素内で面積階調表示と時分割による階調表示とを組み合わせたデジタル制御による 2 4 1 段階もの階調表示が行われるので、超高精細な階調表示を非常に正確に行うことが可能になる。

【 0 0 7 1 】

なお、光スイッチング素子 1 0 の応答速度が十分高速であるために、R G B 各色につき 1 つの光スイッチング素子 1 次元アレイを用い、この光スイッチング素

子 1 次元アレイに対して R G B の光を時分割で切り換えて照射して、カラー画像表示を行うこともできる。

【 0 0 7 2 】

以上実施の形態および変形例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態および変形例に限定されるものではなく、種々変形可能である。例えば、上記実施の形態では、光スイッチング装置 1 として、光スイッチング素子 1 0 を 1 次元に配列した構成のものとしたが、2 次元に配列したものとしてもよい。

【 0 0 7 3 】

また、上記実施の形態では、1 画素を構成する光抽出部を 4 本とし、それぞれの幅（面積）が異なり 1 : 2 : 4 : 8 の比になる例について説明したが、光抽出部は複数であれば何本でもよく、また、その幅は何本かが同じ幅であっても、全部が同じ幅であってもよい。1 画素を構成する複数の光抽出部をすべて同じ幅にした場合には、光抽出部の本数を多くしなくては、上記実施の形態と同様な駆動周波数低下効果は得られないが、その反面、光抽出部の製造プロセス上は同じ構造を複数作るだけでよくなるので、製造がより容易になる。

【 0 0 7 4 】

更に、上記実施の形態では、本発明の光スイッチング素子をディスプレイに用いた例について説明したが、本発明の光スイッチング素子を例えば光プリンタに用いて感光性ドラムへの画像の描きこみをする等、ディスプレイ以外のデバイスにも適用することも可能である。

【 0 0 7 5 】

【発明の効果】

以上説明したように本発明の光スイッチング素子または光スイッチング装置によれば、入射光を全反射可能な全反射面を有する全反射部材と、この全反射部材の全反射面に対して密着もしくは近接場光を抽出できる距離以下に近接した第 1 の位置と、近接場光を抽出できる距離以上に離れた第 2 の位置との間で位置の切り替えが可能であると共に 1 画素を構成する透光性の複数の薄い光抽出部とを備えるようにしたので、可動部分の光抽出部を小型軽量にできるため、高速応答が可能になるとともに、1 画素について複数の光抽出部の位置の切り替えを選択的

に行うことができるので、面積階調による階調表示が可能になる。

【 0 0 7 6 】

また、本発明の画像表示装置によれば、本発明の光スイッチング素子を 1 次元に配列し、この 1 次元アレイ構造の光スイッチング装置に、3 原色の光を照射し一軸スキャナによって走査するようにしたので、2 次元画像を表示できると共に、超高精度で階帳表現が非常に正確なデジタル階調表示が可能になり超高品位の画質を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施の形態に係る光スイッチング装置の構成を表す斜視図である。

【図 2】

図 1 に示した光スイッチング装置の製造工程を説明するための平面図および断面図である。

【図 3】

図 2 の工程に続く工程を説明するための平面図である。

【図 4】

図 3 の工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 5】

図 4 の工程に続く工程を説明するための平面図および断面図である。

【図 6】

図 5 の工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 7】

図 6 の工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 8】

図 7 の工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 9】

図 8 の工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 1 0】

図 9 の工程に続く工程を説明するための平面図である。

【図 1 1】

図 1 0 の工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 1 2】

図 1 1 の工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 1 3】

図 1 2 の工程に続く工程を説明するための平面図である。

【図 1 4】

図 1 3 の工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 1 5】

図 1 に示した光スイッチング装置の動作を説明するための断面図である。

【図 1 6】

図 1 に示した光スイッチング装置において、1 画素についての面積階調表示と時分割による階調表示とを組み合わせた階調表示の方法の一例を示す説明図である。

【図 1 7】

図 1 に示した光スイッチング装置の変形例を説明するための断面図である。

【図 1 8】

図 1 に示した光スイッチング装置の他の変形例を説明するための断面図である。

【図 1 9】

図 1 に示した光スイッチング装置の更に他の変形例を説明するための断面図である。

【図 2 0】

図 1 に示した光スイッチング装置の更に他の変形例を説明するための断面図である。

【図 2 1】

図 1 に示した光スイッチング装置の更に他の変形例を説明するための断面図である。

【図 2 2】

図 1 に示した光スイッチング装置の更に他の変形例を説明するための断面図である。

【図 2 3】

図 1 に示した光スイッチング装置の更に他の変形例を説明するための断面図である。

【図 2 4】

図 1 に示した光スイッチング装置を適用したディスプレイの構成図である。

【図 2 5】

従来の液晶を用いた光スイッチング素子の構成図である。

【図 2 6】

従来のマイクロミラー（片持ち式）を用いた光スイッチング素子の構成図である。

【図 2 7】

図 2 6 の光スイッチング素子の作用を説明するための図である。

【図 2 8】

従来のマイクロミラー（両持ち式）を用いた光スイッチング素子の構成図である。

【図 2 9】

図 2 8 の光スイッチング素子の作用を説明するための図である。

【図 3 0】

従来の回折格子を用いた光スイッチング素子の作用を説明するための図である。

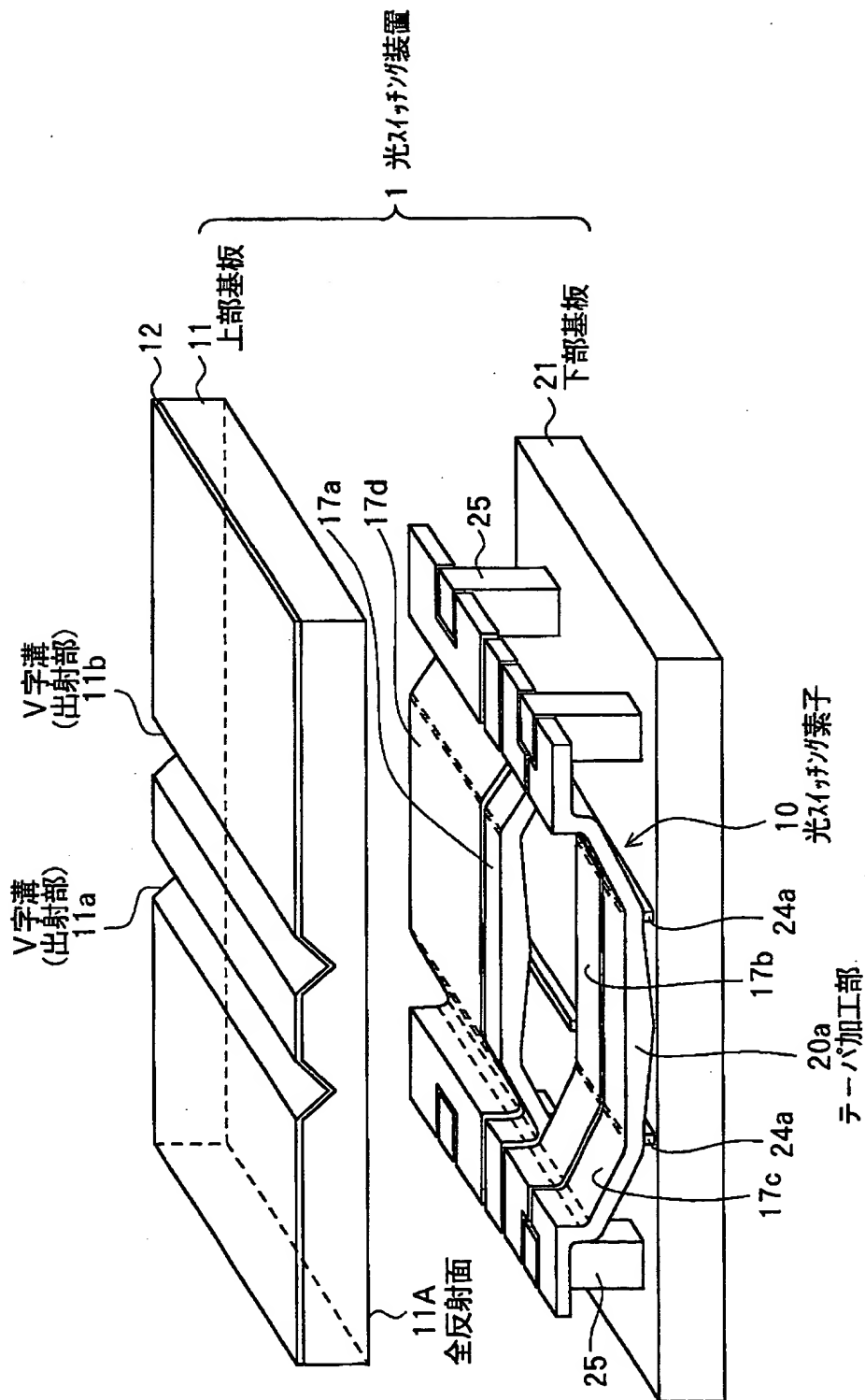
【符号の説明】

1 1 …上部基板（全反射部材）、1 1 a, 1 1 b …V字溝、1 1 A …全反射面、1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d …光抽出部、2 1 …下部基板、2 4 a …スペーサ、2 5 …基板間スペーサ

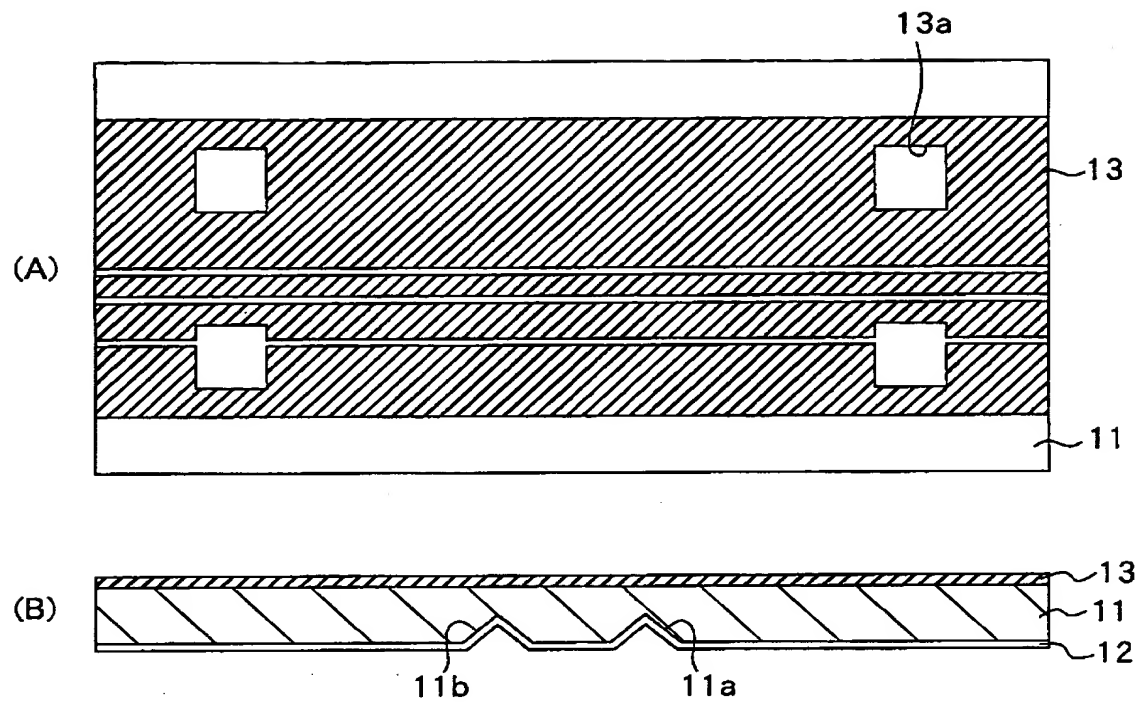
【書類名】

凶面

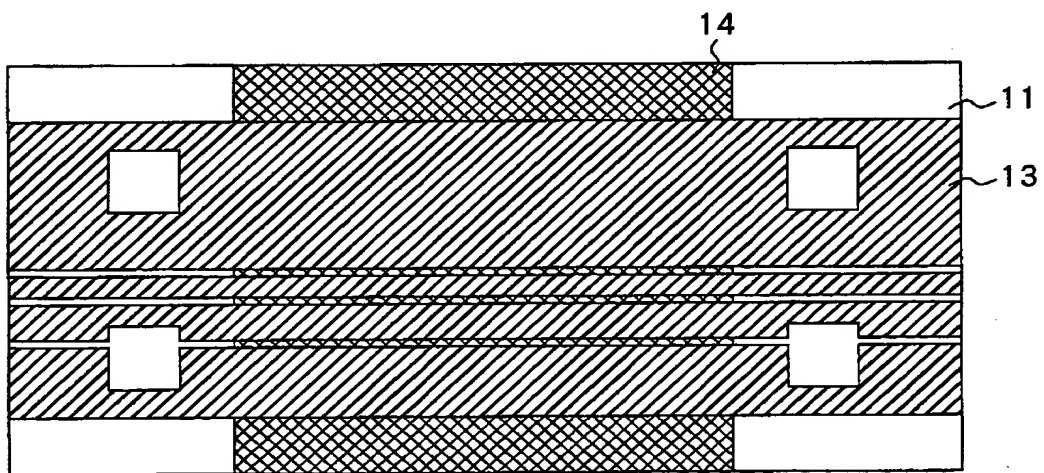
【図 1】



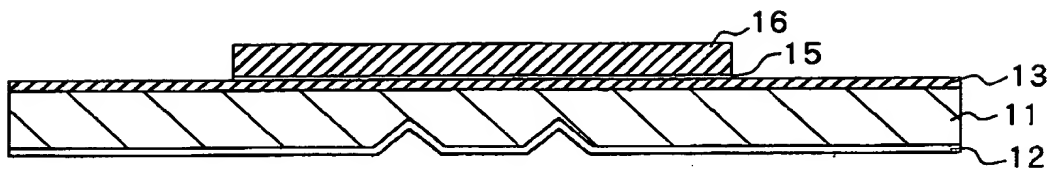
【図 2】



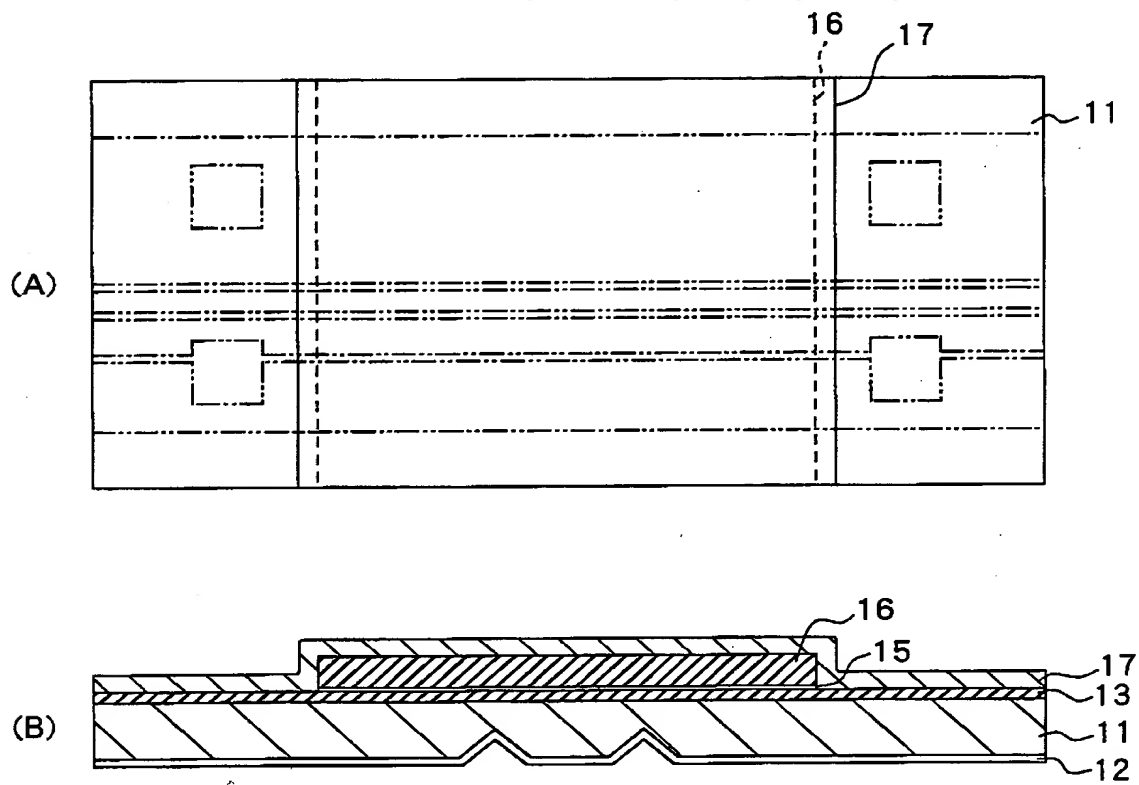
【図 3】



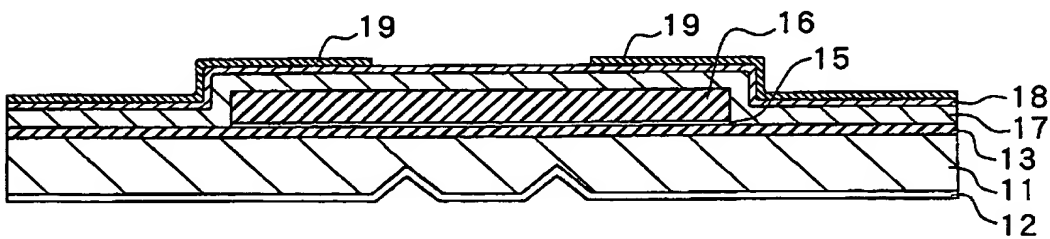
【図4】



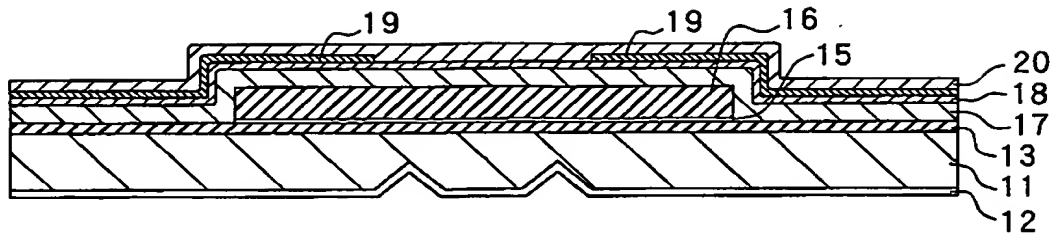
【図5】



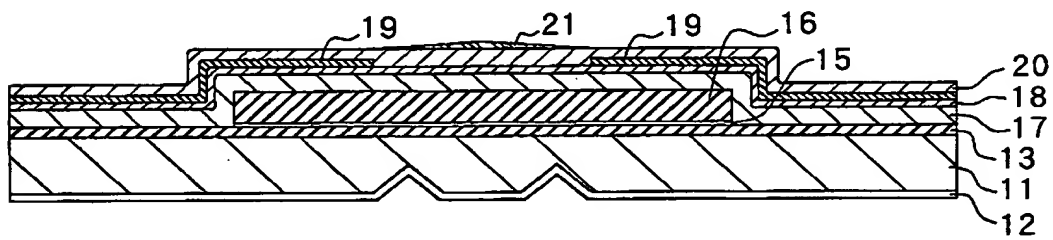
【図6】



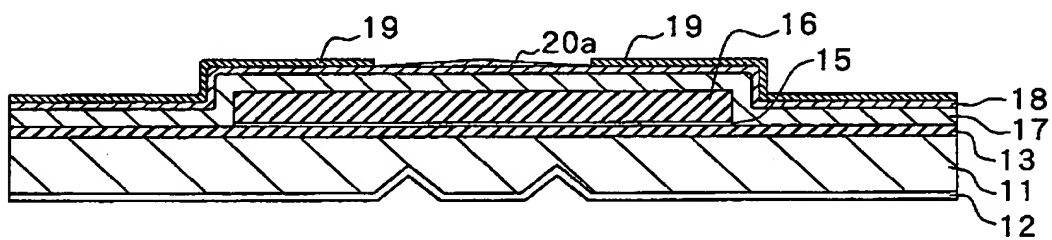
【図 7】



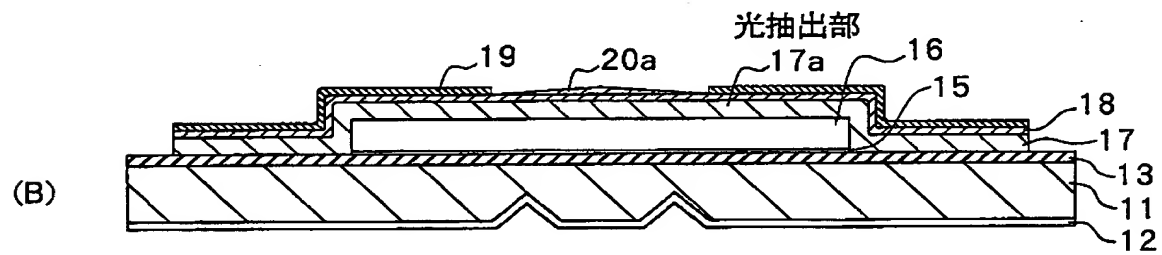
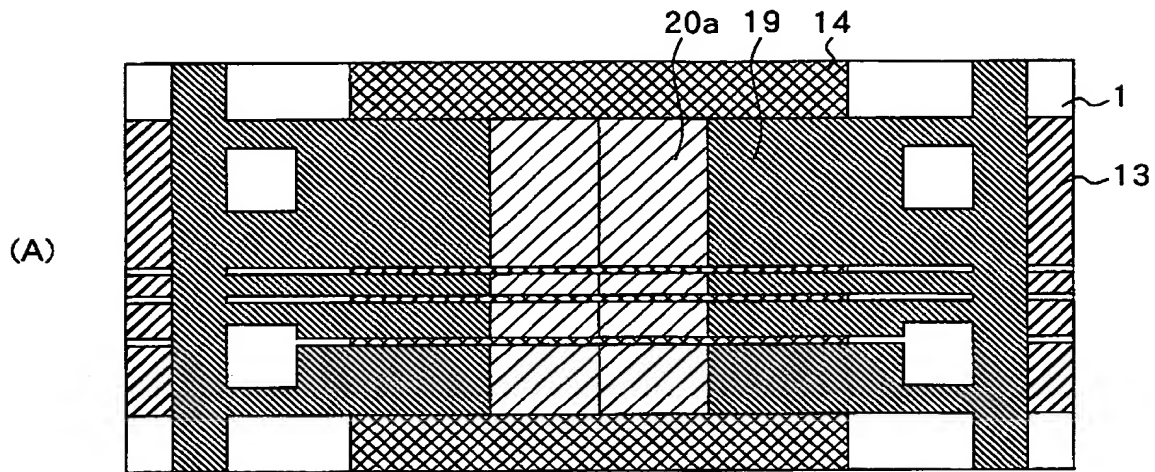
【図 8】



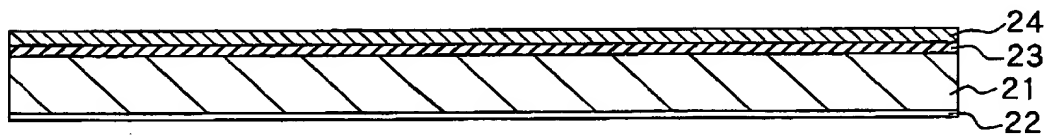
【図 9】



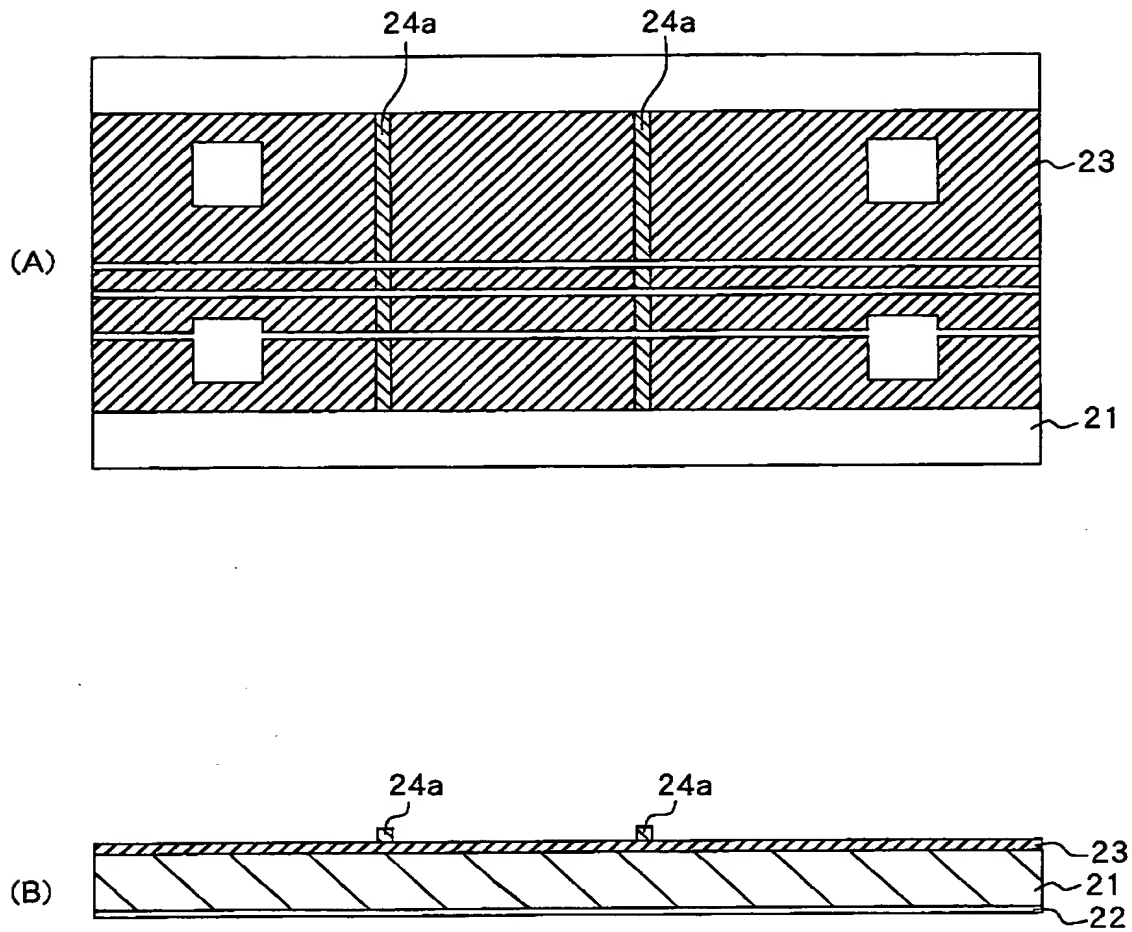
【図 10】



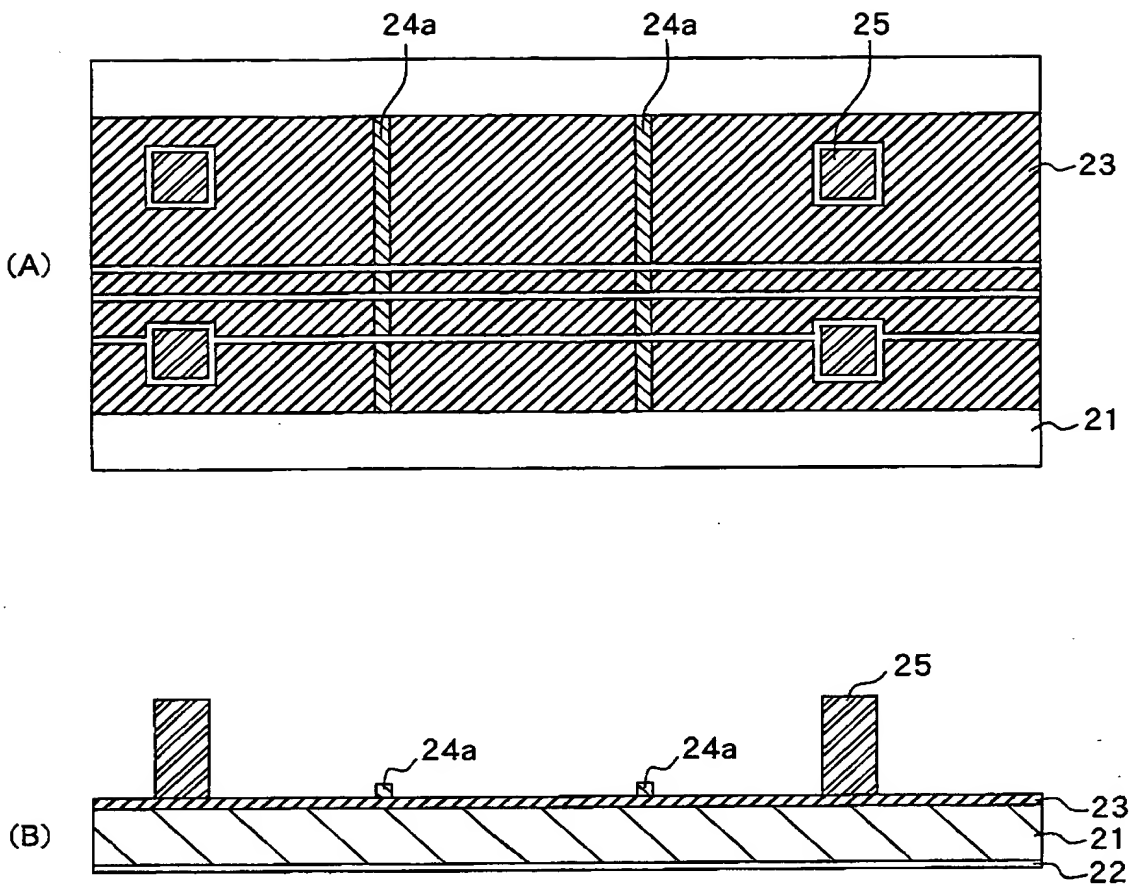
【図 1 1】



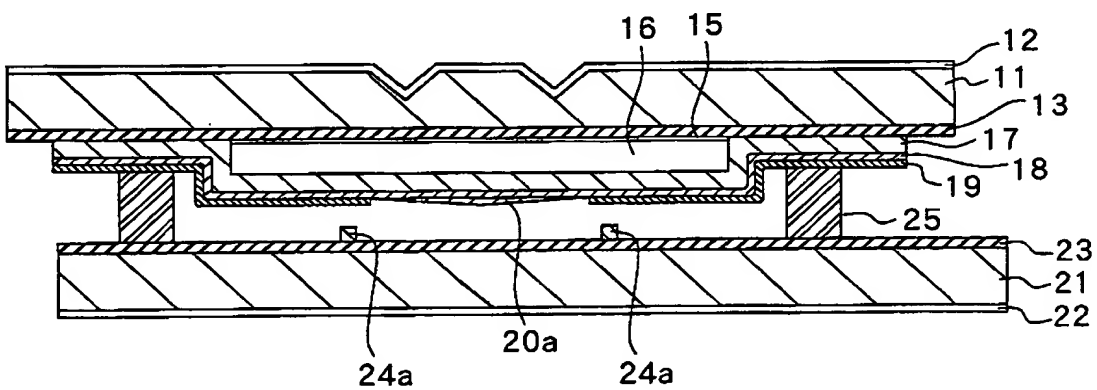
【図 1 2】



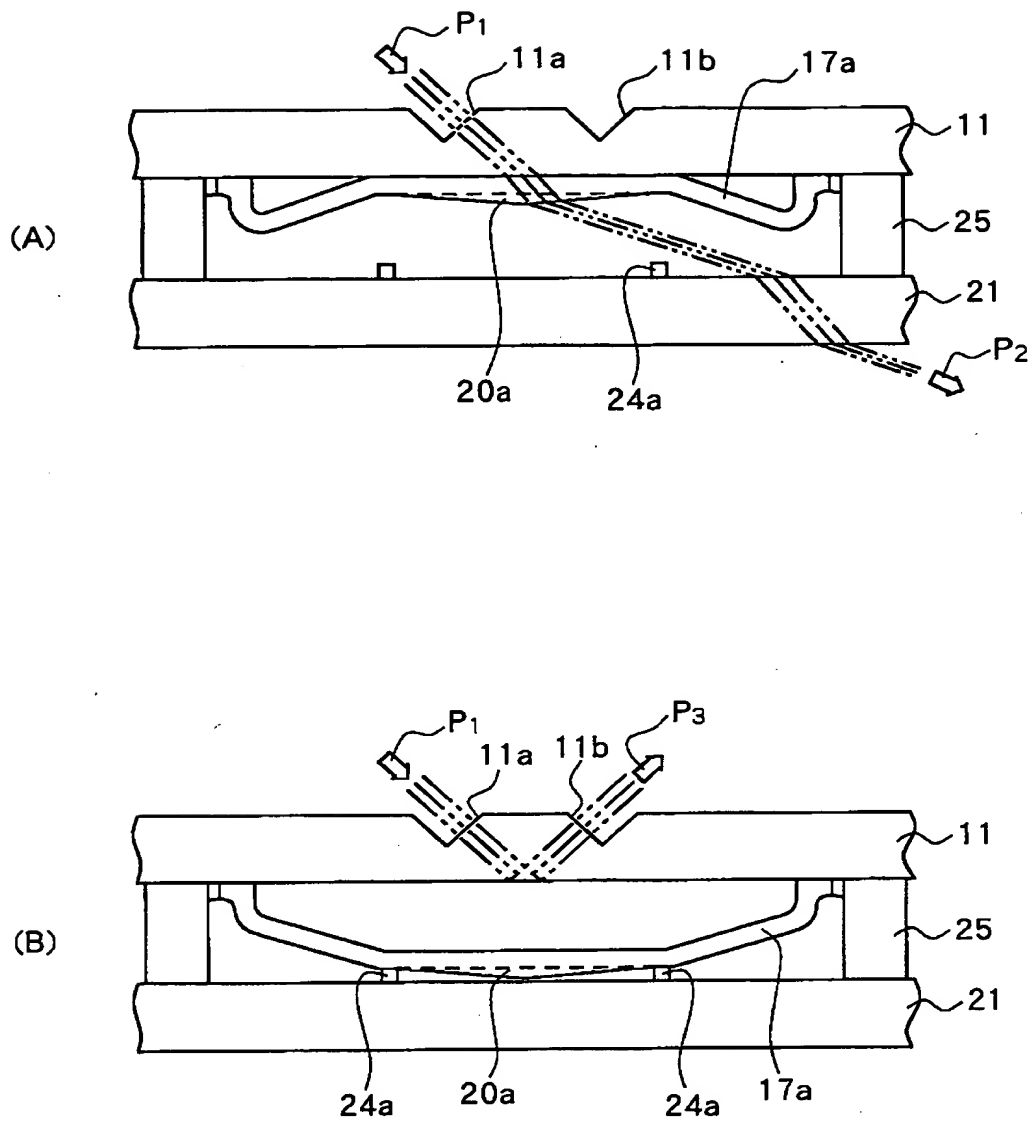
【図 1 3】



【図 1 4】



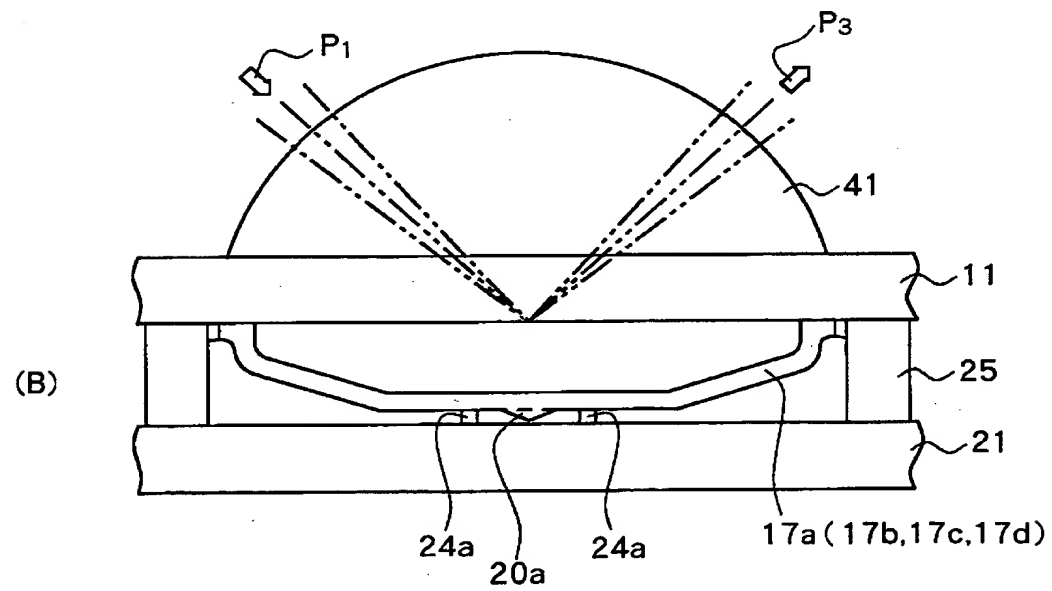
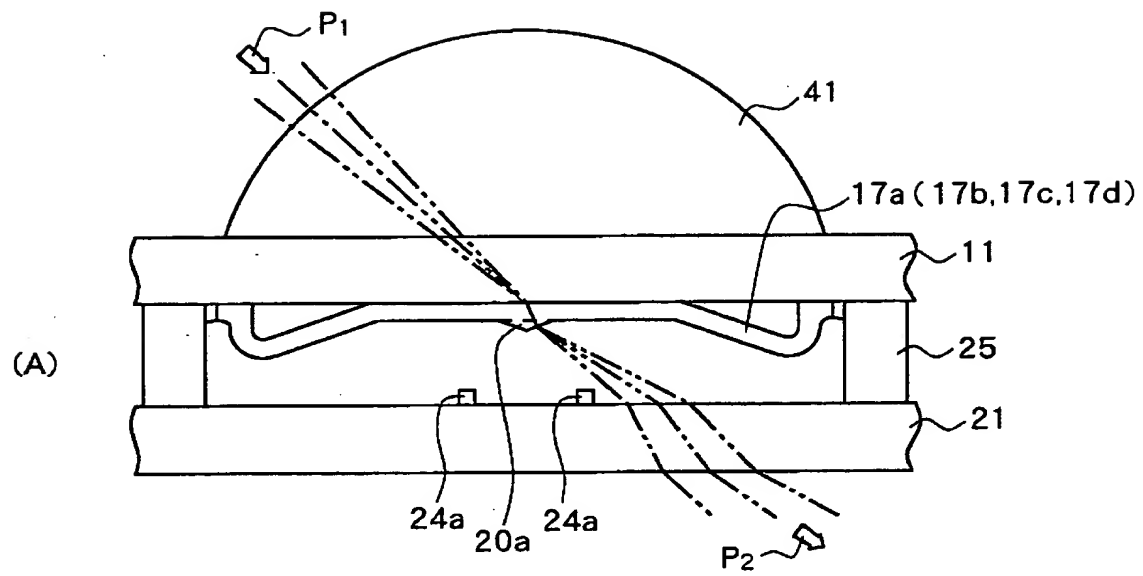
【図15】



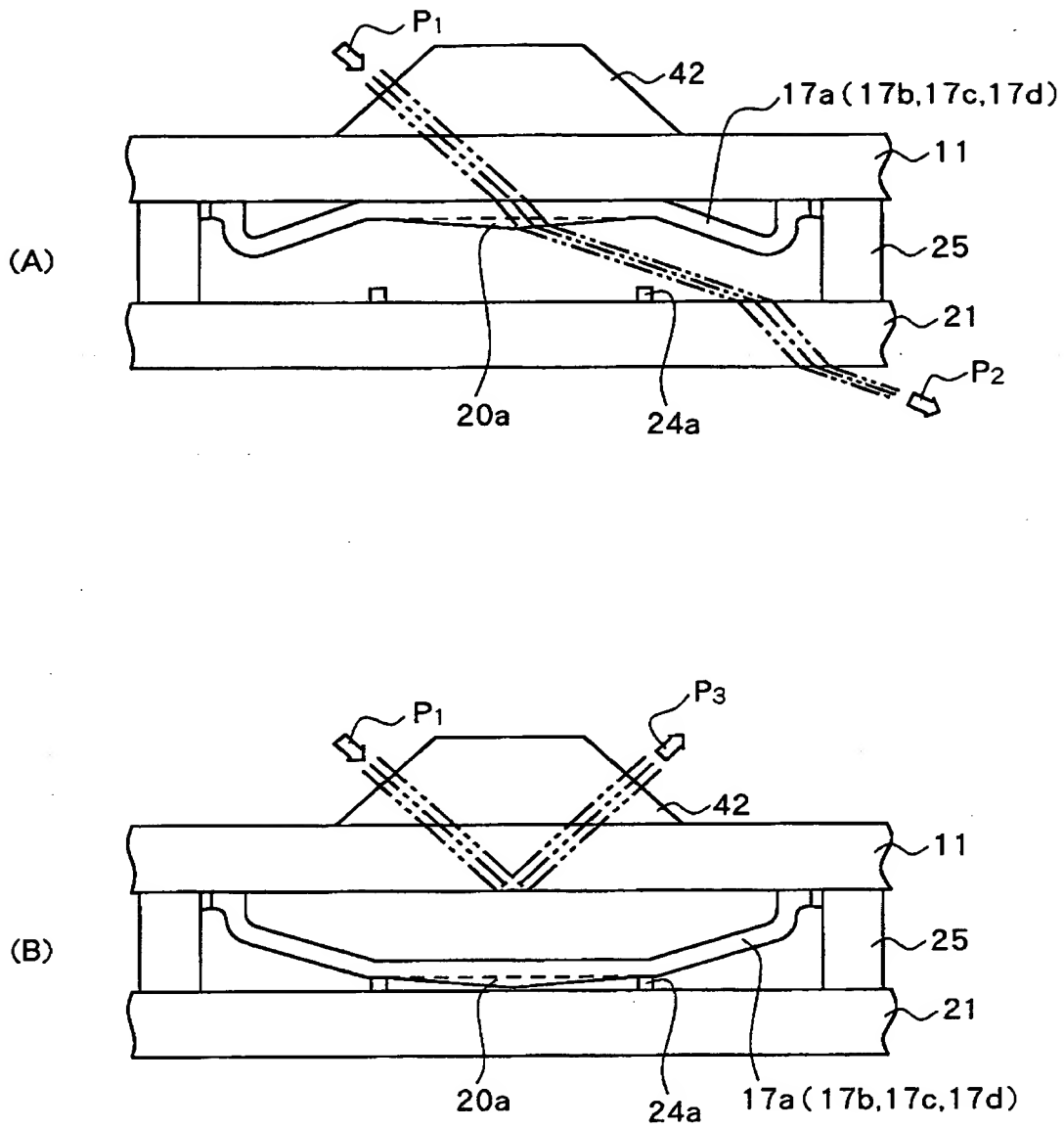
【図16】

時間																	階調数
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	16
2	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	8
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	8
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	6
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	8
6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	7
7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105	112	8
8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120	128	4
9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108	117	126	135	144	8
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	6
11	11	22	33	44	55	66	77	88	99	110	121	132	143	154	165	176	6
12	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	156	168	180	192	4
13	13	26	39	52	65	78	91	104	117	130	143	156	169	182	195	208	4
14	14	28	42	56	70	84	98	112	126	140	154	168	182	196	210	224	3
15	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
面積																	計 99

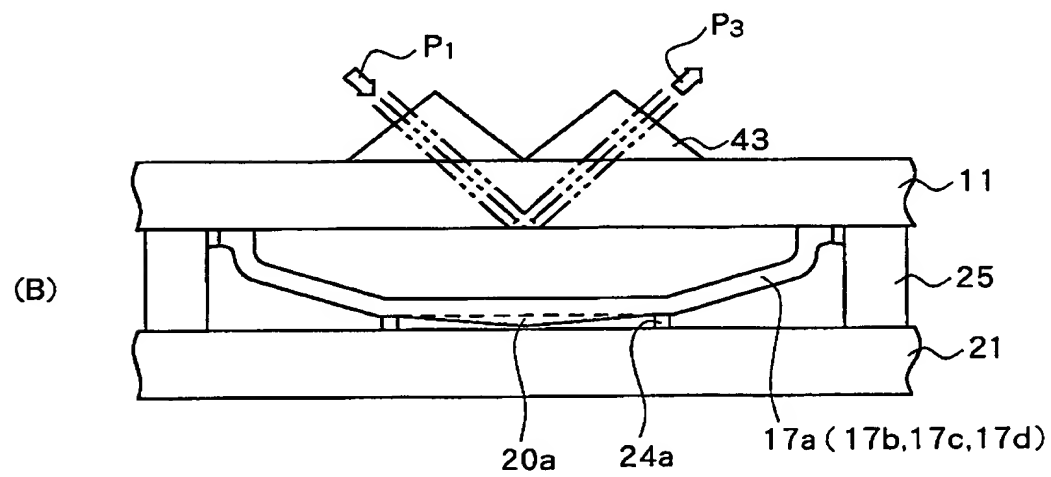
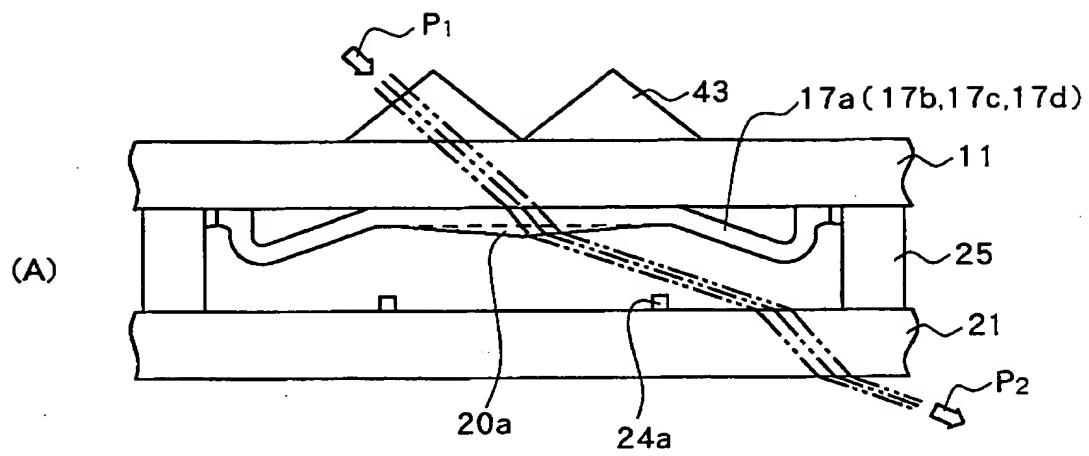
【図17】



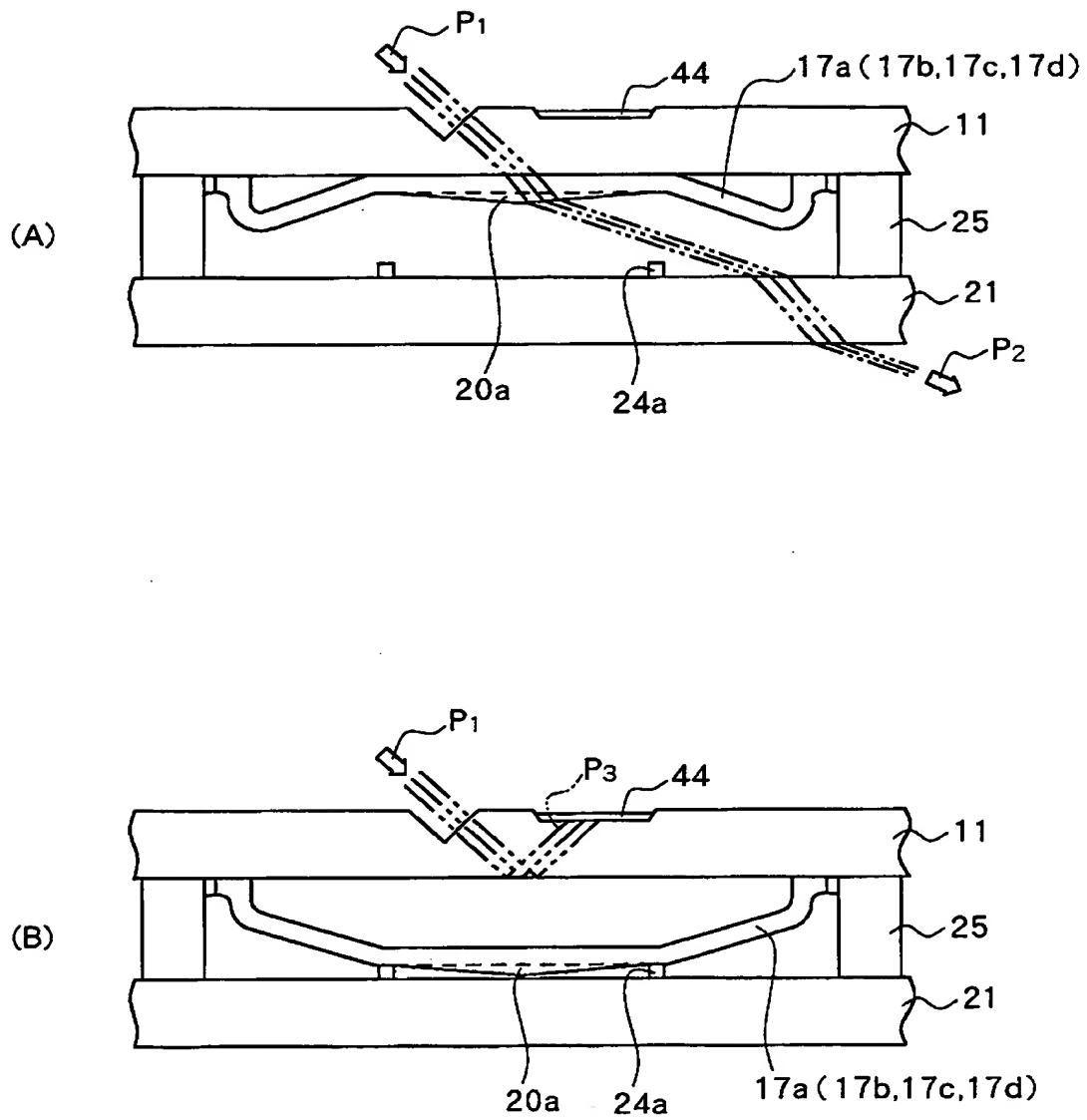
【図18】



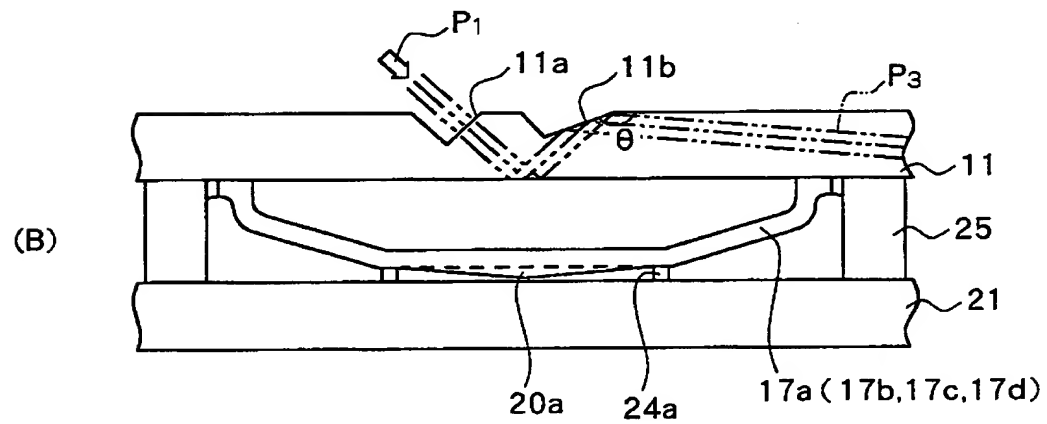
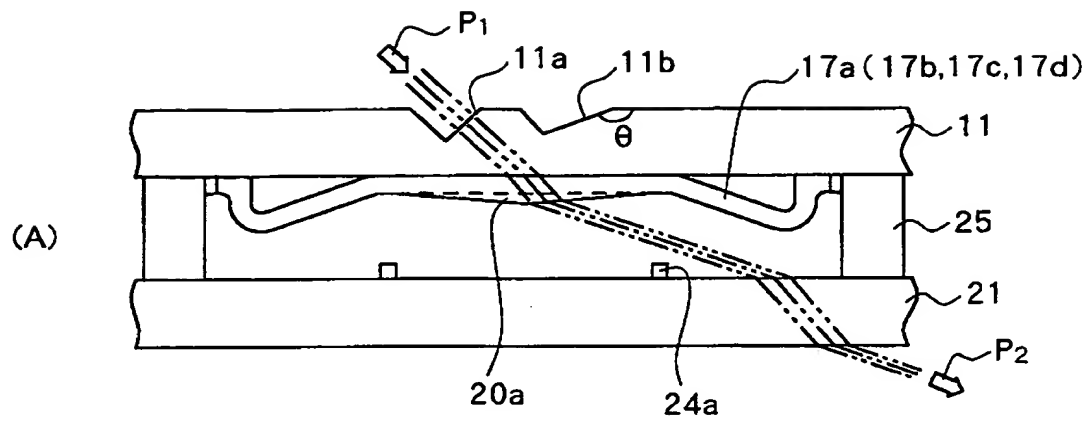
【図19】



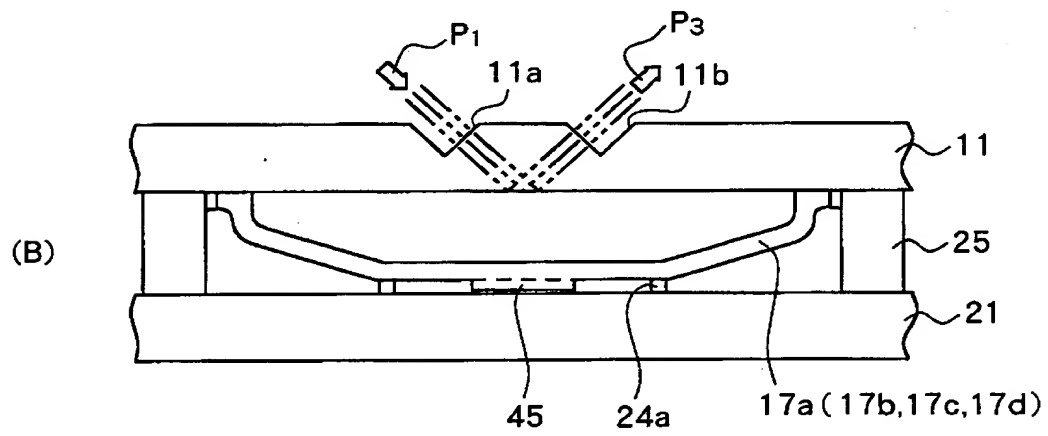
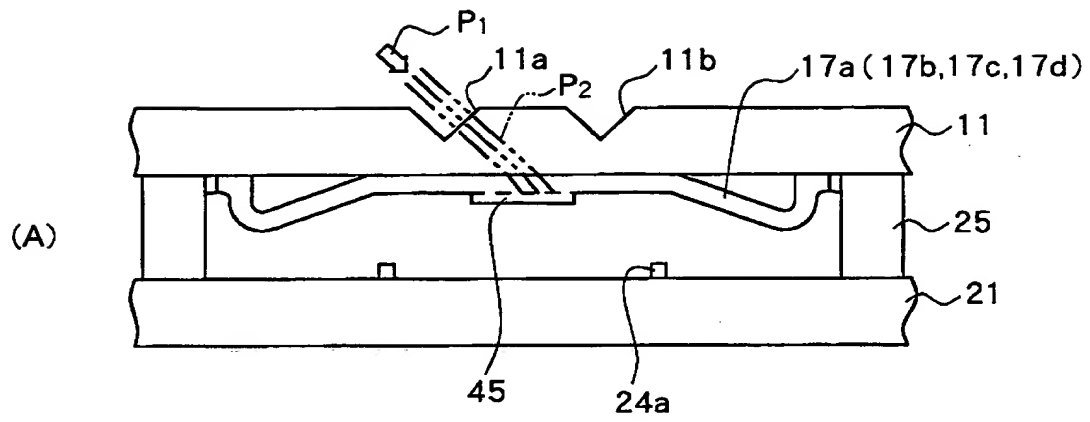
【図20】



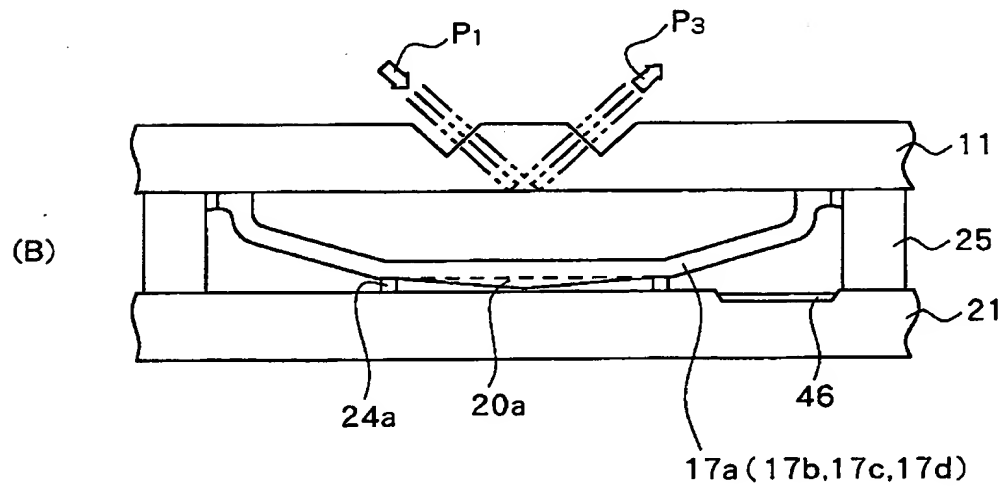
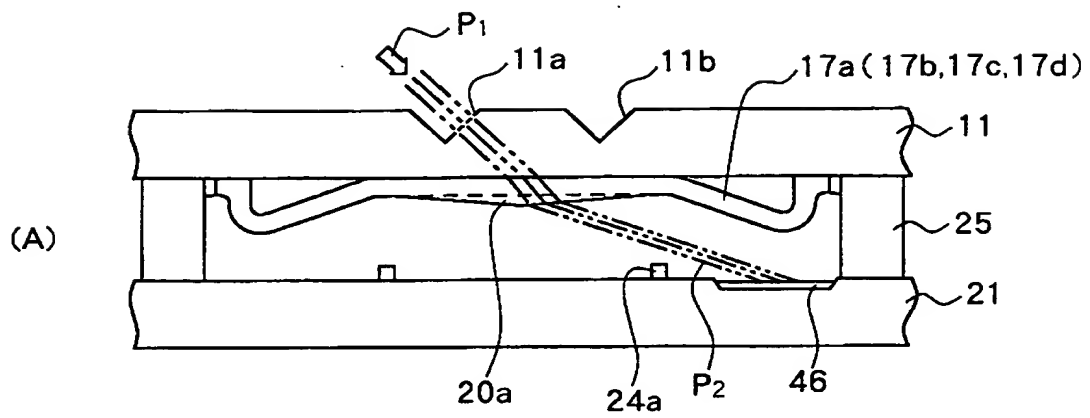
【図 21】



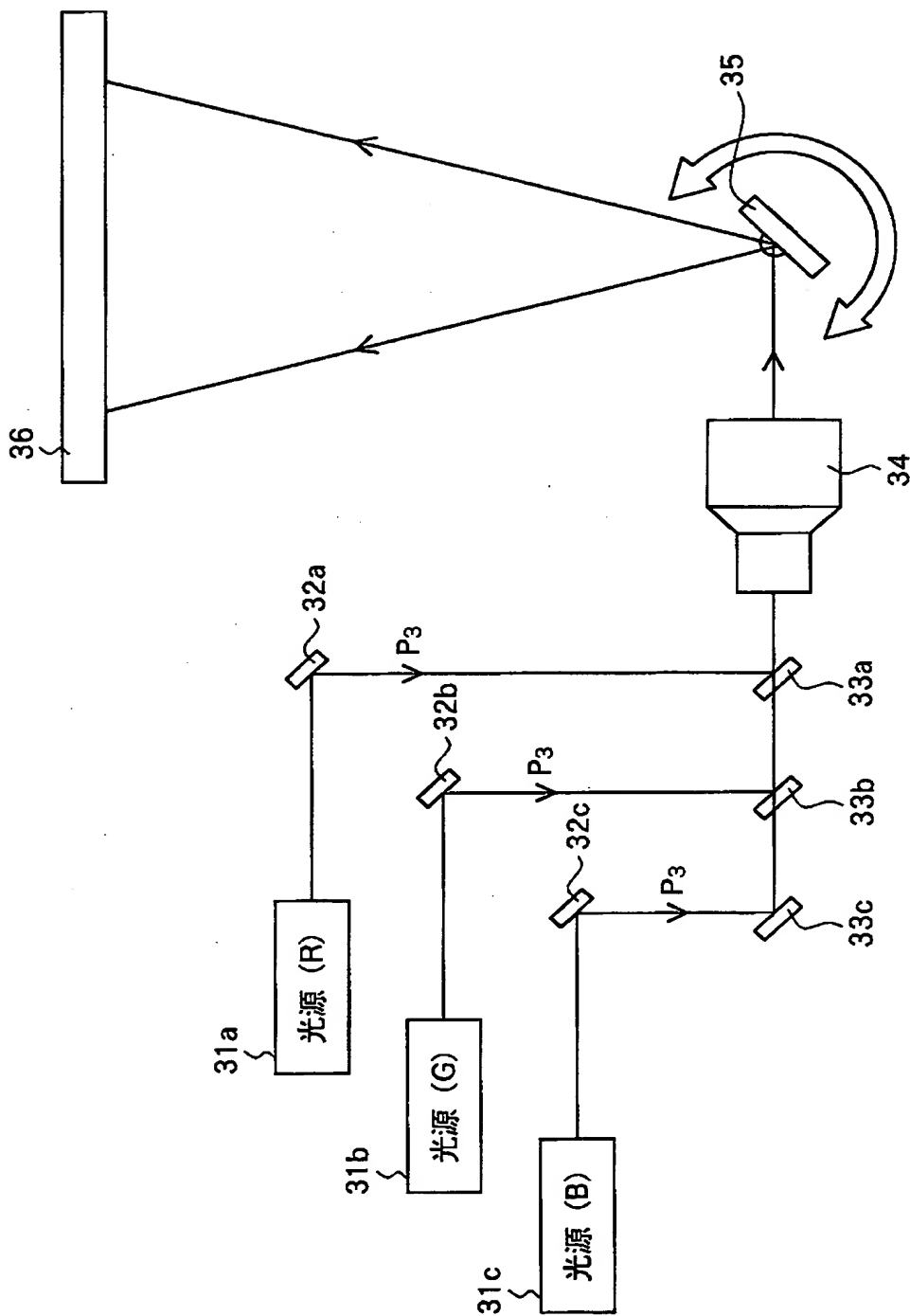
【図 2 2】



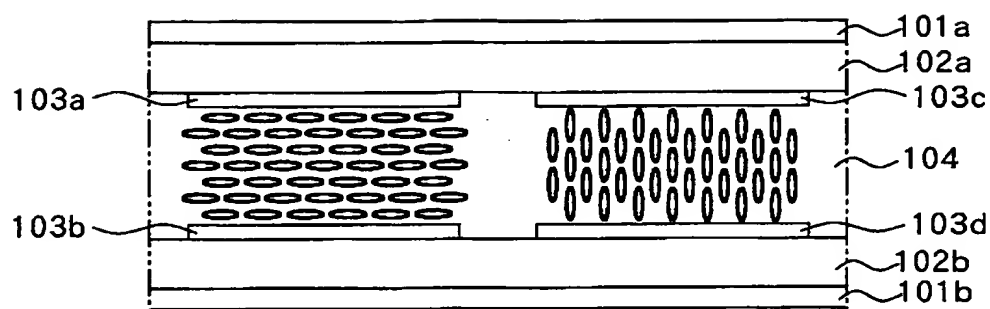
【図 23】



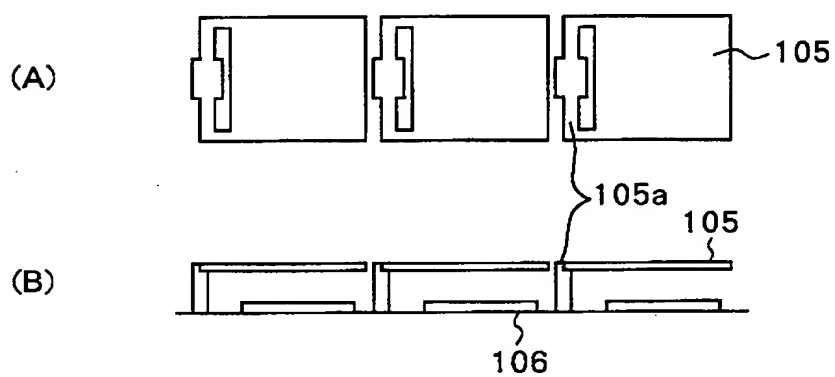
【図 24】



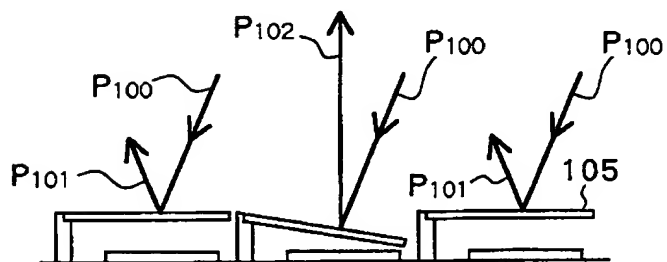
【図 25】



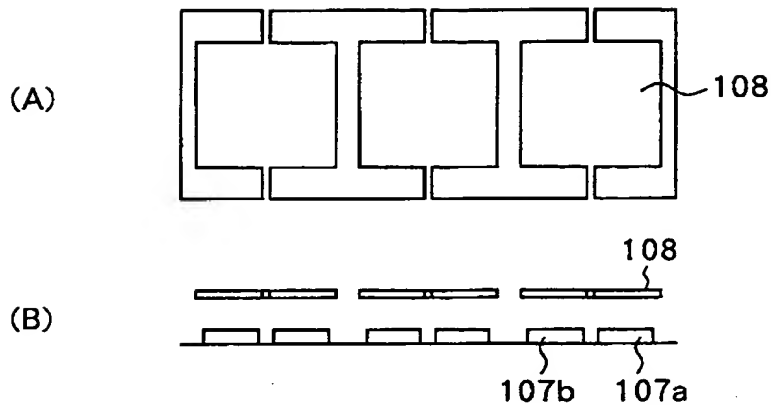
【図 26】



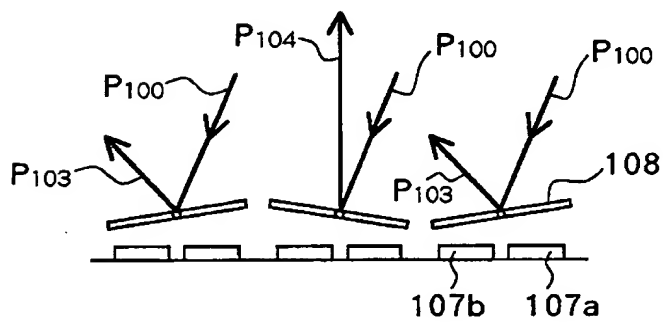
【図 27】



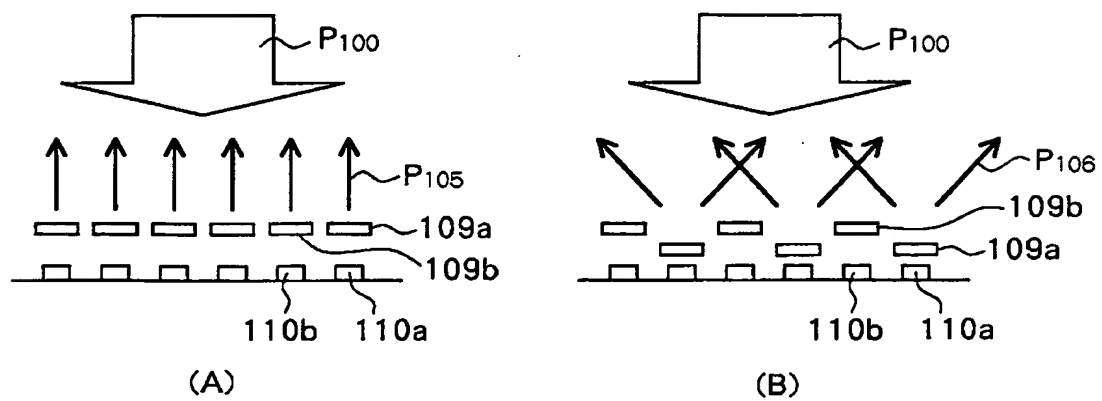
【図 28】



【図 29】



【図 30】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡単な構成で、高速応答が可能であり、かつ面積階調による階調表示が可能な光スイッチング素子を提供する。

【解決手段】 光抽出部 1 7 a が上部基板 1 1 に密着されている状態では、光 P_1 は上部基板 1 1 から光抽出部 1 7 a に入り、光抽出部 1 7 a の裏面から出射され、その後、下部基板 2 1 を通過して透過光 P_2 となる。光抽出部 1 7 a が下部基板 2 1 側に引き付けられた状態では、入射光 P_1 は全反射面 1 1 A で全反射し、この全反射光 P_3 が V 字溝 1 1 b より出射される。入射光 P_1 を透過光 P_2 と全反射光 P_3 の 2 方向に切り替えて取り出すことができる。1 画素を表示するのに、この光抽出部 1 7 a と他の複数の光抽出部において、選択的に入射光 P_1 を透過光 P_2 と全反射光 P_3 の 2 方向に切り替えて取り出すことにより、面積階調による階調表示が可能になる。

【選択図】 図 1 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名 ソニー株式会社